



Os potenciais hinterlands dos portos portugueses para cargas contentorizadas, baseado nas acessibilidades rodoviárias.

por

Pedro Vasco e Silva Cardoso

Tese de Doutoramento em Gestão – Especialização em Logística e Gestão de Operações

Orientada por:

Professor Doutor Jorge Miguel Silva Valente

2015

*If you always do what you always did, you
will always get what you always got.*

Albert Einstein

Nota biográfica do candidato

Pedro Vasco e Silva Cardoso, autor da presente tese, nasceu em junho de 1970, em Anadia, segundo de três irmãos.

Fez os estudos primários e secundários em Vila Nova de Gaia, prosseguindo a nível superior com uma licenciatura em Engenharia Civil, opção de Planeamento, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Em 2006, concluiu o Mestrado em Transportes na mesma Faculdade.

No que diz respeito à vertente profissional, iniciou a carreira na CCDR-N (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte), como técnico do Prodouro (Programa de Desenvolvimento do Douro), no lançamento e acompanhamento de candidaturas que se vieram a revelar de grande importância para a região, tais como a rede de cais no Rio Douro, as revitalizações de espaços urbanos nas sedes de concelho ou a formatação do negócio e lançamento dos comboios históricos. Ainda na CCDR-N, foi técnico da DRPD (Direção Regional de Planeamento e Desenvolvimento), responsável pelos dossiês de ‘Transportes e Acessibilidades’ e ‘Novas Tecnologias’, para além da avaliação de candidaturas aos programas ON e POSI, no âmbito do Q.C.A. III.

No sector privado, assumiu, em 2002, a responsabilidade de lançar comercialmente no norte do país uma empresa de vanguarda em fundações e geotecnia. Em 2004, passa a desempenhar a função de diretor de operações numa empresa de transporte público de passageiros, pertencente a uma multinacional francesa, conduzindo um processo de reengenharia profundo da mesma. Destaque para as mudanças nos recursos humanos, com a inovação da integração de motoristas a tempo parcial, otimização da frota, otimização e renovação dos serviços, passando a transformação pela total informatização de todo o *backoffice* da empresa.

Entre 2006 e 2007, efetua dois projetos na área de logística, com a reconversão e otimização de uma unidade industrial e a abertura e operacionalização de um hotel de 5 estrelas no Douro.

Entre 2007 e 2016 exerceu funções de diretor de aprovisionamentos e, posteriormente, de diretor de logística, numa empresa de média dimensão no sector da construção civil e obras públicas.

Desde maio de 2016 que se encontra a desempenhar funções de diretor de logística numa empresa de representação e distribuição de matérias-primas químicas.

Agradecimentos

A perseguição de um projeto de doutoramento é uma experiência ambivalente: dolorosa por um lado, agradável pelo outro, tal como na escalada de uma montanha, em que metro a metro ficamos mais perto do pico, acompanhados de momentos de amargura, sofrimento, frustração, incentivo e confiança dos que nos ajudam no caminho ou na preparação do mesmo.

O objetivo é sempre chegar ao topo, a fim de dar a tarefa por concluída, nunca esquecendo que, para além do trabalho individual e solitário, está um conjunto de pessoas sem as quais não se poderia almejar a sua conclusão. As palavras que ficam vertidas nesta página nunca serão suficientes para expressar a minha gratidão a esse conjunto de pessoas. O meu bem-haja a todos.

Esta tese representa não só um profundo trabalho de investigação, mas também o culminar de um percurso académico que tem início com os conhecimentos técnicos subjacentes à minha licenciatura em engenharia civil, sobretudo os relativos às cadeiras de vias de comunicação e de planeamento, com destaque para a de planeamento de transportes.

Esse percurso teve continuidade com o mestrado em transportes, ao qual se somaram as diversas experiências profissionais, que em muito contribuíram para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a nível de transportes, logística e vias de comunicação, nos domínios do saber entre a engenharia e a gestão. Sem este percurso académico e profissional, a presente tese, construída sobre uma mescla de conhecimentos, nunca teria sido possível.

Começo por deixar para a posterioridade os meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Valente, que incondicionalmente e sem hesitações me aceitou como seu orientando, na fase precoce de apresentação e defesa de projeto de tese. A sua colaboração na defesa pública revelou-se de um valor inestimável, dando uma grande prova de confiança na proposta de pesquisa que me propus executar. O Professor Doutor Jorge Valente desempenhou sempre o seu papel de orientador com muita assertividade e paciência, fornecendo conselhos e ensinamentos que me permitiram manter na rota correta. Estou consciente que o seu incentivo, apoio e disponibilidade se revelaram preponderantes para a resolução dos problemas que foram

surgindo ao longo da realização deste trabalho e que, sem a sua colaboração e entrega, ser-me-ia impossível terminar a minha tese com sucesso.

Ao Diretor do doutoramento em funções no momento da minha admissão, Professor Doutor João Ribeiro, dirijo também um muito obrigado pela ajuda e prontidão que sempre demonstrou para a superação das dificuldades que foram surgindo, nomeadamente na parte curricular deste projeto.

Ao Eng.º Paulo Gouveia e Eng.º Pedro Oliveira, a minha gratidão pela preciosa ajuda no desenvolvimento do *software* de cálculo para o modelo usado.

Um agradecimento também aos meus colegas da parte curricular do doutoramento, pelos momentos partilhados.

Finalmente, dedico algumas linhas de agradecimento à minha família e amigos, começando pelos meus filhos e pela compreensão que sempre demonstraram relativamente à falta de disponibilidade. Aos meus pais, meus irmãos e respectivas famílias pelas palavras de incentivo, ao Fernando e à Inês pela amizade incondicional. Concluo, referindo-me à E. pelas incansáveis horas que dedicou a corrigir a ortografia dos textos, a efetuar as traduções, a ajudar a formatar a tese.

À memória de Idalinda, Alice, Augusto e Joaquim, bem como da Mariana e da Sofia.

Obrigado à música, companheira de sempre e das muitas horas de solidão dedicadas ao projeto do doutoramento.

Resumo

A logística consiste nas ações que visam a simplificação da movimentação de bens, desde a oferta até à procura, a qualquer escala. A simplificação implica, num mundo globalizado, que os custos associados ao movimento sejam os menores possíveis, podendo não se traduzir necessariamente numa unidade monetária, mas antes em tempo, distância, etc.

Uma vez que o transporte marítimo é a base da movimentação de mercadorias a nível mundial, as autoridades portuárias (empresas privadas a atuar no sector da logística) e as autoridades governamentais deverão prestar especial atenção a todos os aspetos que envolvam a logística, de forma a assegurar o menor custo em terra e no mar, no menor período de tempo possível.

Desde a década de 60 que o contentor, enquanto módulo de carga unitizado, tem dominado a indústria do transporte marítimo, em prejuízo da carga a granel, com uma enorme influência no transporte terrestre. Se o custo de transporte representa, em média, 60% do total dos custos logísticos, o transporte rodoviário é responsável por 80% dos custos totais de todos os transportes. Com uma percentagem tão expressiva, conhecer o custo de transporte dos contentores no modo rodoviário de / para os portos reveste-se de vital importância para as grandes empresas de transporte marítimo, com poder para efetuar escolhas dos modos e corredores a usar, numa perspetiva de cadeia logística completa. Estes procedimentos rompem com o passado, uma vez que as escolhas deixam de incidir apenas no porto. O porto é atualmente considerado apenas um dos elos da cadeia.

Com o conhecimento dos custos, é possível delimitar o *hinterland* dos portos. Neste estudo, foram considerados os custos internos para o transporte de um contentor, no território de Portugal Continental, para os sete portos que processam este tipo de carga. A partir dos custos internos, foi possível calcular o *hinterland* dos sete portos em concorrência. Os respetivos *hinterlands* foram também diretamente relacionados com as mudanças nas acessibilidades rodoviárias ocorridas em partes da rede, nos últimos anos.

Abstract

Logistics consists of actions aimed at simplifying the movement of goods from supply to demand, at any scale. In a globalized world simplification means that the costs associated to the movement are kept to a minimum and that those may not necessarily be money but time or distance, for example.

As shipping is the basis of the movement of goods worldwide, port authorities (private companies which operate in the logistics sector) and government authorities must pay special attention to all the aspects involving logistics, in order to ensure the lowest cost on land and at sea, in the shortest period of time.

From 1960 up to now, the container as unitized cargo module has dominated the shipping industry at the expense of bulk cargo, with a huge influence on land transportation. The transportation cost represents on average 60% of total logistics costs and road transportation accounts for 80% of those costs. This percentage makes it crucial for larger companies to be aware of the cost of container transportation in road transportation to / from the ports, including choosing modes and transportation corridors in a complete logistics chain basis. These procedures break with the past as the choices no longer focus on the port itself. The port is now considered only one of the links in the chain.

If you get to know the costs, you can define the *hinterland* of the ports. In this study, we considered the internal costs for transporting a container in mainland Portugal for the seven ports that handle this type of load. Based on the internal costs, it was possible to calculate the *hinterland* of the seven ports in competition. Internal costs were also directly related to changes in some parts of the road network over the last years.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	25
CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO	31
2.1 INTRODUÇÃO.....	31
2.2 JUSTIFICAÇÃO PARA O ESTUDO COM BASE NA BIBLIOGRAFIA	31
2.3 O MERCADO DE TRANSPORTES	39
2.4 MUDANÇAS NO MODO DE TRANSPORTE.....	42
2.5 DELIMITAÇÃO DE UM <i>HINTERLAND</i>	46
2.6 ACESSIBILIDADES NO <i>HINTERLAND</i>	48
2.7 A COMPETIÇÃO ENTRE PORTOS.....	49
2.8 REGIONALIZAÇÃO DOS PORTOS.....	53
2.8 CONCLUSÕES.....	56
CAPÍTULO 3 – CUSTOS	57
3.1 INTRODUÇÃO.....	57
3.2 CLASSIFICAÇÃO DE CUSTOS	57
3.2.1 <i>Custos internos / externos</i>	58
3.2.2 <i>Custos de mercado / não-mercado</i>	60
3.2.3 <i>Custos de operação / Custo de capital</i>	60
3.2.4 <i>Custos variáveis e fixos</i>	61
3.3 CUSTOS INTERNOS DE UM TRC	62
3.3.1 Material circulante	62
3.3.1.1 Trator	63
3.3.1.2 SemiReboque.....	65
3.3.1.3 Contentor	66
3.3.2 <i>Combustível</i>	68
3.3.2.1 Fatores que influenciam o consumo de combustível	70
3.3.3 <i>Despesas diversas com lubrificantes</i>	72
3.3.4 <i>Custos com desgaste e substituição de pneus</i>	73
3.3.5 <i>Os custos do trabalho</i>	74
3.3.6 <i>Seguro</i>	76
3.3.7 <i>Custos de reparação e manutenção</i>	78
3.3.8 <i>Custos de depreciação e amortização</i>	78
3.3.9 <i>Portagens</i>	79
3.3.10 <i>Consumo de DEF</i>	80
3.3.11 <i>Licenças e autorizações</i>	82
3.3.12 <i>Inspeções</i>	84
3.3.13 <i>Outros custos</i>	85
3.4. <i>Custos externos não considerados na gestão das empresas de transporte</i>	85
3.5 CONCLUSÕES.....	90
CAPÍTULO 4 – O TRANSPORTE MARÍTIMO A NÍVEL MUNDIAL, EUROPEU E NACIONAL	93
4.1 INTRODUÇÃO.....	93
4.2 O TMLD E O TMCD	93
4.3 ALGUMAS ANÁLISES SOBRE A FUNÇÃO DOS PORTOS EM DIFERENTES CONTEXTOS	96
4.3.1 <i>Portos hub e feeder</i>	96
4.3.2 <i>Portos de baldeação</i>	97
4.3.3 <i>Portos de hinterland</i>	97
4.3.4 <i>O novo paradigma dos portos nas cadeias logísticas</i>	98
4.4 A ESTRATÉGIA DOS MEGATransportadores Marítimos	99
4.5 O TRANSPORTE MARÍTIMO AO NÍVEL MUNDIAL.....	102
4.5.1 <i>Movimentação de cargas pelos principais portos mundiais</i>	103
4.5.2 <i>Tipos de cargas</i>	106

4.6 O TRANSPORTE MARÍTIMO NA EUROPA.....	106
4.6.1 <i>Os tráfegos intraeuropeus</i>	111
4.6.2 <i>Valores do TMCD na Europa</i>	113
4.6.3 <i>O fluxo de contentores na Europa</i>	116
4.7 OS PORTOS PORTUGUESES	118
4.7.1 <i>Porto de Aveiro</i>	124
4.7.2 <i>Porto da Figueira da Foz</i>	125
4.7.3 <i>Porto de Leixões</i>	127
4.7.4 <i>Porto de Lisboa</i>	128
4.7.5 <i>Porto de Setúbal</i>	131
4.7.6 <i>Porto de Sines</i>	132
4.7.7 <i>Porto de Viana do Castelo</i>	134
4.8 CONCLUSÕES.....	136
CAPÍTULO 5 – DEFINIÇÕES E DADOS USADOS NA CONSTRUÇÃO DO MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS <i>HINTERLANDS</i> DOS PORTOS, CONSIDERANDO O TRANSPORTE DE CONTENTORES EM MODO RODOVIÁRIO.	139
5.1 INTRODUÇÃO.....	139
5.2 ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE MODELOS.....	139
5.3 MODELOS DE TRANSPORTE.....	142
5.4 PREMISSAS DO MODELO CONSTRUÍDO	148
5.4.1 <i>Premissas dos custos internos</i>	153
5.4.2 <i>Premissas dos custos externos</i>	161
5.4.3 <i>Alguns custos associados às diferentes tipologias de estradas</i>	170
5.5 CONCLUSÕES.....	173
CAPÍTULO 6 – POTENCIAIS <i>HINTERLANDS</i> DOS PORTOS PARA CARGAS CONTENTORIZADAS TRANSPORTADAS POR RODOVIA; IMPACTO NOS POTENCIAIS <i>HINTERLANDS</i> DAS SIMULAÇÕES DE ALTERAÇÕES NA REDE RODOVIÁRIA CONSIDERADA – ESTUDOS DE CASO.	175
6.1 INTRODUÇÃO.....	175
6.2 ANÁLISE DO POTENCIAL <i>HINTERLAND</i> , POR PORTO, PARA ACESSIBILIDADES RODOVIÁRIAS, RELATIVAMENTE AOS CUSTOS INTERNOS.	175
6.2.1 <i>Porto de Aveiro</i>	176
6.2.2 <i>Porto da Figueira da Foz</i>	179
6.2.3 <i>Porto de Leixões</i>	182
6.2.4 <i>Porto de Lisboa</i>	186
6.2.5 <i>Porto de Setúbal</i>	189
6.2.6 <i>Porto de Sines</i>	192
6.2.7 <i>Porto de Viana do Castelo</i>	195
6.2.8 RESUMO DOS VALORES INDICATIVOS PARA CADA PORTO, SEM CONCORRÊNCIA.....	198
6.3 ANÁLISE DO POTENCIAL <i>HINTERLAND</i> DE TODOS OS PORTOS, EM CONCORRÊNCIA, BASEADO EM CUSTOS INTERNOS	200
6.4 ANÁLISE DO <i>HINTERLAND</i> DE TODOS OS PORTOS, EM CONCORRÊNCIA, BASEADO EM CUSTOS EXTERNOS	216
6.5 ANÁLISE DO <i>HINTERLAND</i> DE TODOS OS PORTOS, EM CONCORRÊNCIA, BASEADO EM CUSTOS INTERNOS + EXTERNOS	218
6.6 ANÁLISE DO <i>HINTERLAND</i> DE TODOS OS PORTOS, EM CONCORRÊNCIA, BASEADA NA DISTÂNCIA DOS CONCELHOS A UM PORTO	220
6.7 ANÁLISE DO <i>HINTERLAND</i> DE TODOS OS PORTOS, EM CONCORRÊNCIA, COM BASE NO FATOR TEMPO DE DESLOCAÇÃO	222
6.8 ALTERAÇÕES NA REDE DE ESTRADAS	225
6.8.1 <i>Introdução de portagens nas SCUTs</i>	225
6.8.2 <i>Introdução de portagens na A29</i>	228
6.8.3 <i>Subconcessão do Douro Interior</i>	230
6.8.4 <i>Subconcessão do Pinhal Interior</i>	233
6.8.5 <i>Conclusão do IC8</i>	238
6.8.6 <i>Subconcessão do Douro Litoral</i>	241

6.9 CONCLUSÕES.....	245
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES	251
BIBLIOGRAFIA.....	265
LISTA DE ANEXOS	289
ANEXO 1 – CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS SOBRE OS FATORES A SEREM CONSIDERADOS NA ESCOLHA DE UM TRATOR	291
ANEXO 2 – FATORES QUE INFLUENCIAM O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	299
A2.1 Condução em cidade versus condução em autoestrada	299
A2.2 Gradientes e curvas	300
A2.3 Pavimentos das estradas	305
A2.4 Resistência ao rolamento dos pneus	309
A2.5 Condições do tráfego	313
A2.6 Estação do ano.....	314
A2.7 Tipo de condução.....	315
A2.8 Consumo final de um modelo de trator.....	316
A2.9 Alinhamento	317
A2.10 Aerodinâmica.....	319
A2.11 Posição da Carga	321
A2.12 Tipo de Frete.....	323
ANEXO 3 – CUSTOS EXTERNOS NÃO CONSIDERADOS NA GESTÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE	325
A3.1 Acidentes.....	325
A3.2 Poluição do Ar	326
A3.3 Efeitos de barreira em peões e ciclistas	328
A3.4 CO ₂	329
A3.5 Custos de congestionamento	330
A3.6 Doenças profissionais.....	330
A3.7 Consumo de recursos externos.....	333
A3.8 Impacto no uso do solo	333
A3.9 Parqueamento	335
A3.10 Poluição sonora.....	336
A3.11 Valor do solo das estradas	338
A3.12 Construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas	340
A3.13 Tratamento de resíduos	340
A3.14 Poluição da água e impactos hidrológicos.....	342
ANEXO 4 – AS GRANDES REGIÕES GERADORAS DE TRANSPORTE MARÍTIMO AO NÍVEL MUNDIAL; AS ZONAS PORTUÁRIAS AO NÍVEL MUNDIAL; REGIÕES MARÍTIMAS DO TMCD NA EUROPA.....	343
A4.1 - AS GRANDES REGIÕES GERADORAS DE TRANSPORTE MARÍTIMO AO NÍVEL MUNDIAL	343
A4.2 - AS ZONAS PORTUÁRIAS AO NÍVEL MUNDIAL	343
A4.3 - REGIÕES MARÍTIMAS DO TMCD NA EUROPA	344
ANEXO 5 – MAPA COM CONCELHOS DE PORTUGAL CONTINENTAL.....	347
ANEXO 6 – MAPA DE ESTRADAS DE PORTUGAL CONTINENTAL.	349
ANEXO 7 – LISTA DE PÓRTICOS / PORTAGENS, INTRODUIDO POR VIA, A 15/10/2010 E A 8/12/2011. ...	351
A7.1. NOVOS PÓRTICOS / PORTAGENS INTRODUIDOS A 15/10/2010	351
A7.2. NOVOS PÓRTICOS / PORTAGENS INTRODUIDOS A 8/12/2011	351

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1: Classificação das viaturas no sistema de portagens português. Fonte: Brisa (www.brisa.pt). ...	80
Tabela 2: Impactos ambientais do transporte rodoviário na atmosfera, hidrosfera, litosfera e Ecosfera. Fonte: Rodrigue, 2013.	88
Tabela 3: Escala dos impactos das externalidades provocadas pelo transporte rodoviário. Fonte: Rodrigue (2013).....	89
Tabela 4: Classificação dos custos internos e externos, relacionados com a deslocação de um TRC.	91
Tabela 5: Ranking dos 20 maiores portos a nível mundial em 2013, medido em milhões de toneladas de carga. Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org).....	103
Tabela 6: Ranking mundial dos 20 maiores portos do mundo de movimento de contentores, em 2013 (medido em 1000 TEU). Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org).....	104
Tabela 7: Peso bruto de mercadorias transportadas, por via marítima, e movimentadas em todos os portos da UE, entre 2004 e 2013 (em milhões de toneladas). Fonte: Eurostat.	107
Tabela 8: Bens movimentados nos portos, em peso bruto (entrada + saída), nos portos principais, em 2013, por tipo de carga. Fonte: Eurostat.	109
Tabela 9: Carga transportada em todos os portos, em peso bruto, em 2013, por país, em movimentos de carga e descarga, em milhares de toneladas. Fonte: Eurostat.	112
Tabela 10: Carga movimentada em TMCD, por país e com as diferentes regiões marítimas, em 2012, em milhões de toneladas. Fonte: Eurostat.....	114
Tabela 11: Movimento de contentores, medido em milhares de TEUs, em 2012 e 2013, para os 25 maiores portos da Europa. Fonte: Eurostat.	118
Tabela 12: Estatísticas dos portos portugueses para movimento de carga e de contentores, em 2013 e 2014. Fonte: IMTT.	123
Tabela 13: Terminais existentes no porto de Aveiro. Fonte: www.portodeaveiro.pt.....	124
Tabela 14: Terminais existentes no porto da Figueira da Foz. Fonte: www.portofigueiradafoz.pt	126
Tabela 15: Terminais existentes no porto de Leixões. Fonte: www.apdl.pt.....	127
Tabela 16: Terminais existentes no porto de Lisboa. Fonte: www.portodelisboa.pt.....	130
Tabela 17: Terminais existentes no porto de Setúbal. Fonte: www.portodesetubal.pt	132
Tabela 18: Terminais existentes no porto de Sines. Fonte: www.portodesines.pt	133
Tabela 19: Terminais existentes no porto de Viana do Castelo. Fonte: www.apvc.pt.....	135
Tabela 20: Velocidades legais, de acordo com o Código da Estrada atual, para veículos pesados de mercadorias.	153
Tabela 21: Preços por tonelada para PM ₂₅ , N e NO _x , para Portugal em 2013. Fonte: EEA, 2013.	162
Tabela 22: Valores de referência para Portugal de emissão de poluentes, de acordo com o motor, para uma viatura a gasóleo, pesado de mercadorias, de 40 a 50 toneladas. Fonte: EEA, 2013.	162
Tabela 23: Custo da poluição do ar, em centimos de euro por quilómetro (referência do ano 2000, atualizado para 2015), com base na Alemanha, no modelo da TREMOVE, HEATCO e CAFE CBA. Nota: Cidades Metropolitanas: as que têm mais de meio milhão de habitantes; Cidades Urbanas: as que têm menos de meio milhão de habitantes	163
Tabela 24: Custos provocados à sociedade pelo congestionamento, centimos por quilómetro. Fonte Maibach <i>et al</i> (2008).....	165
Tabela 25: Custo marginal do ruído provocado pelo tráfego rodoviário, em zonas urbanas, rurais e a média ponderada, para a estimativa de quilómetros percorridos em cada uma das zonas, adaptado de Klopfer <i>et al</i> (2010), atualizado para valores de 2015, em centimos.	167
Tabela 26: Resumo das premissas consideradas no modelo.	169
Tabela 27: Indicadores de importações + exportações, VAB e área em Km ² , para o total dos concelhos pertencentes ao potencial <i>hinterland</i> de cada porto em concorrência, definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos.....	203
Tabela 28: Rácio do valor das importações+exportações e do VAB pela área do potencial <i>hinterland</i> de cada porto, em concorrência (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).....	203
Tabela 29: Lanços de estrada pertencentes à Subconcessão do Douro Interior. Fonte: Ascendi e MOPTC – (www.ascendi.pt e www.moptc.pt).....	230

Tabela 30: Concelhos onde a conclusão da Subconcessão do Douro Interior teve impacto nos custos internos de transporte de um TRC do concelho para o porto (para o qual se verifica o custo mínimo de transporte).....	232
Tabela 31: Concelhos onde a conclusão da SPI teve impacto nos custos internos de transporte de um TRC do concelho para o porto (para o qual se verifica o custo mínimo de transporte).....	236
Tabela 32: Importância da conclusão do IC8 nas poupanças dos custos internos obtidas na viagem de um TRC, dos concelhos para os quais se registou uma diminuição, com os portos em concorrência. Percentagem de redução em relação à SPI.....	239
Tabela 33: Importância do IC8 nas poupanças dos custos internos obtidas na viagem de um TRC, com a conclusão das obras da SPI.....	239
Tabela 34: Comprimentos de onda e números de ciclos para as diferentes classificações da textura de uma estrada. Fonte: Aavik <i>et al</i> , 2013.	306
Tabela 35: Os poluentes do ar e seus efeitos na saúde. Adaptado de ExternE (2005).	331
Tabela 36: Impactos no uso do solo provocado pelo transporte rodoviário – efeitos do planeamento de transportes orientado para a expansão da rodovia. Fonte: Litman (2012).	334

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1: Poupança de combustível por redução da cilindrada do motor. Fonte: Peterbilt Motors Company, 2009.....	65
Gráfico 2: Variação do preço do barril de crude, de 1984 a 2015. Fonte: European Central Bank (www.ecb.europa.eu).....	69
Gráfico 3: Variação do preço do gasóleo de junho de 2013 a junho de 2015, PVP sem IVA. Fonte: Tabelas semanais da Petrogal.	70
Gráfico 4: Repartição dos custos internos e externos, segundo Litman (2006).	89
Gráfico 5: Evolução de 2004 a 2013 do número de contentores por porto presente no ranking mundial dos 20 maiores portos do mundo de movimento de contentores, em 2013 (medido em 1000 TEU). Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org).....	105
Gráfico 6: Total da carga movimentada por país, em milhares de toneladas, em 2013. Fonte: Eurostat.	108
Gráfico 7: Repartição por tipo de carga, em percentagem, do total dos bens movimentados nos portos principais de cada país, em preso bruto (entrada + saída), em 2013. Fonte: Eurostat.....	110
Gráfico 8: Carga em peso bruto transportadas em todos os portos em 2013, por país, em movimentos de carga e descarga, em Milhares de Toneladas. Fonte: Eurostat.....	112
Gráfico 9: Percentagem que cada Região Marítima da Europa representa para cada país europeu, em 2012, para o total de 100% do TMCD relativo. Fonte: Eurostat.....	115
Gráfico 10: Percentagem de cada Região Marítima Europeia, medido em tonelagem bruta, no total do TMCD da Europa, em 2012. Fonte: Eurostat.	116
Gráfico 11: Total do movimento portuário de 2000 a 2014, em milhões de toneladas. Fonte: IMTT (www.imtt.pt).	122
Gráfico 12: Médias mensais do preço da tonelada de CO ₂ , em euros. Fonte: SendeCO ₂ , junho 2015. ..	164
Gráfico 13: Variação da percentagem do custo do combustível no custo total por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de custo do combustível.	170
Gráfico 14: Variação do custo do combustível por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de custo do combustível.	171
Gráfico 15: Variação da percentagem do custo do combustível no custo total por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de consumo do combustível.	172
Gráfico 16: Variação do custo do combustível por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de consumo do combustível.....	172
Gráfico 17: Número de concelhos presentes no potencial <i>hinterland</i> de cada porto, em concorrência, para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	200
Gráfico 18: Percentagem da área de Portugal Continental de cada potencial <i>hinterland</i> dos 7 portos, em concorrência, para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	201
Gráfico 19: Percentagem do total das importações e exportações para o ano de 2013 de cada potencial <i>hinterland</i> dos portos em concorrência, com divisão dos concelhos por potencial <i>hinterland</i> medido para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	201
Gráfico 20: Percentagem do total do VAB para o ano de 2013 de cada <i>hinterland</i> , com divisão dos concelhos por potencial <i>hinterland</i> dos portos em concorrência, medido para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	202
Gráfico 21: Valores máximo, mínimo e médio do custo interno de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial <i>hinterland</i> , em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	206
Gráfico 22: Valores máximos, mínimos e médios da velocidade de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial <i>hinterland</i> , em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).	207

Gráfico 23: Valores máximo e médio dos custos internos de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial <i>hinterland</i> , em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	208
Gráfico 24: A influência do gradiente da estrada no consumo de combustível para viaturas pesadas de transporte de produtos florestais, em estradas da Suécia. Fonte: Svenson e Fjeld (2012).	301
Gráfico 25: As correlações entre o índice de sinuosidade do troço de estrada e o índice de impedância da sinuosidade.	303
Gráfico 26: Efeito da rugosidade do pavimento no consumo de combustível (adaptado de Zaabar e Chatti, 2010).	309
Gráfico 27: Pressão de enchimento de pneus radiais em TRCs vs. mudança de quilómetro por litro. Fonte: Goodyear (2011).	312
Gráfico 28: Impacto do alinhamento da direção no consumo de combustível. Fonte: www.steertrak.co.uk	319
Gráfico 29: Cavalos-potência necessários para superar o atrito aerodinâmico e a resistência ao rolamento e acessórios de um TRC, a diferentes velocidades, em autoestrada plana. Fonte: Peterbilt Motors Company, 2009.	320
Gráfico 30: Emissões estimadas de poluentes atmosféricos nas autoestradas nos Estados Unidos, 1970-2008. Fonte: Rodrigue (2013).	327
Gráfico 31: Custo da sujidade e erosão provocado pelas emissões de PMs (de escape e de não-escape), em centimos de euro, por quilómetro, para o ano de 2008, para viaturas ligeiras. Fonte: Klopfert <i>et al</i> (2010).	328

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Esquema simplificado de uma cadeia de abastecimento completa.....	32
Figura 2: Representação dos principais portos portugueses e seus hinterlands (Fonte: CIP, 2013).....	37
Figura 3: Divisão de um território por 3 portos equidistantes do centro, com iguais custos (Adaptado de Klink <i>et al</i> , 1998).....	47
Figura 4: A integração regional de um porto e o desenvolvimento espacial de um sistema de portos. Fonte: Rodrigue, 2006.	53
Figura 5: Integração funcional das cadeias de distribuição. Fonte: Rodrigue, 2006.....	54
Figura 6: Construção típica de uma unidade TRC.	63
Figura 7: Órgãos de um motor onde se verifica perdas de lubrificantes. Fonte: www.dieselnet.com	72
Figura 8: Esquema de funcionamento do DEF (AdBlue) no sistema de exaustão de um veículo. Fonte: Autohoje (www.autohoje.com).....	81
Figura 9: O crescimento dos navios porta contentores de 1956 até à atualidade. Fonte: adaptado de www.marineinsight.com	101
Figura 10: Esquema das medidas de referência num navio.	101
Figura 11: Secção de todo o levantamento de pontos efetuado, sobre mapa do Google Earth.	150
Figura 13: Mapa sobre plataforma Google Earth com todos os pontos e tramos considerados no modelo e seção do mesmo mapa, com mais detalhe, na zona do porto da Figueira da Foz.	151
Figura 12: Secção do mapa à direita, com representação de cada tramo das estradas levantadas e usadas no modelo, com os pontos de início e fim de cada tramo, sobre mapas do Google Earth.	151
Figura 14: Trator MAN TGX, Euro V (Fonte: MAN – www.truck.man.eu).....	154
Figura 15: Imagem esquemática do TRC considerado no modelo.	155
Figura 16: Esboço do novo canal com o antigo canal representado em segundo plano. Fonte: www.industrytap.com	256
Figura 17: Esboço corográfico da Subconcessão do Baixo Alentejo. Fonte. www.efs.pt	256
Figura 18: Forças que atuam sobre um veículo circulando em plano não horizontal.	300
Figura 19: Camadas típicas constituintes do pavimento de uma estrada.	307
Figura 20: Forças de resistência que atuam sobre um veículo em movimento.	310
Figura 21: Convergência e divergência da direção de um veículo. Fonte: www.competitionx.com	318
Figura 22: Zonas de um TRC onde o atrito aerodinâmico é maior e soluções mais vulgares para diminuir o atrito aerodinâmico num TRC.	321
Figura 23: Três exemplos de posicionamento da carga, sendo o segundo o correto e o terceiro o pior. .	322
Figura 24: Distância ‘d’ entre a cabine e o contentor.	323
Figura 25: Efeitos de acidentes de carro na sociedade. Adaptado de Becker <i>et al</i> (2012).....	325
Figura 26: Externalidades do ruído rodoviário. Fonte: Rodrigue (2013).....	337
Figura 27: Distância necessária para imobilizar um TRC e um veículo ligeiro, em segurança, à velocidade de 80 Km/h. Fonte: blog.aisinsurance.com	339

ÍNDICE MAPAS

Mapa 1: A área da <i>Blue Banana</i> no espaço europeu. Fonte:www.bigthink.com.	95
Mapa 2: Principais regiões do transporte Extra-UE28, em 2013, por peso bruto de mercadorias movimentadas. Fonte: Eurostat.	108
Mapa 3: Localização dos portos principais e secundários, em Portugal Continental (Figueira da Foz e Viana do Castelo).	119
Mapa 4: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Aveiro é inferior a 50€ e 100€.	176
Mapa 5: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Aveiro, em euros. .	177
Mapa 6: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Aveiro, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	178
Mapa 7: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Figueira da Foz é inferior a 50€ e a 100€.	179
Mapa 8: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Figueira da Foz, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	180
Mapa 9: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto da Figueira da Foz, em euros.	181
Mapa 10: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Leixões é inferior a 50€ e a 100€.	183
Mapa 11: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Leixões, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	184
Mapa 12: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Leixões, em euros.	185
Mapa 13: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Lisboa é inferior a 50€ e a 100€.	186
Mapa 14: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Lisboa, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	187
Mapa 15: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Lisboa, em euros.	188
Mapa 16: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Setúbal é inferior a 50€ e a 100€.	189
Mapa 17: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Setúbal, em euros.	191
Mapa 18: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Setúbal, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	192
Mapa 19: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Sines é inferior a 50€ e a 100€.	193
Mapa 20: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Sines, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	193
Mapa 21: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Sines, em euros.	194
Mapa 22: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Viana do Castelo é inferior a 50€ e a 100€.	195
Mapa 23: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Viana do Castelo, em euros.	196
Mapa 24: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Viana do Castelo, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.	198
Mapa 25: (esquerda) Potenciais <i>hinterlands</i> dos portos portugueses em concorrência, com base no custo interno de deslocação de um TRC, a partir de cada concelho (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	204
Mapa 26: (direita) Potenciais <i>hinterlands</i> dos portos portugueses em concorrência, com base no custo interno de deslocação de um TRC, a partir de cada concelho e considerando a união dos portos de Viana do Castelo e de Leixões, e de Aveiro e Figueira da Foz (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	204
Mapa 27: Potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros (com o <i>hinterland</i> definido	

pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).....	209
Mapa 28: Potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, com o custo respetivo de cada concelho, em euros (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	210
Mapa 29: Potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros, com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	212
Mapa 30: Agravamento em percentagem do custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, por potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto, em concorrência, com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	214
Mapa 31: Agravamento em percentagem do custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis (matriz de todos os pares O/D), com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida.....	215
Mapa 32: Custo externo de deslocação de um TRC, entre cada concelho e o porto a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence, em euros, com os portos em concorrência.	217
Mapa 33: Potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno+externo mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros (com o <i>hinterland</i> definido pelo mínimo de custo interno+externo de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence).	219
Mapa 34: Distância entre cada concelho e o porto a cujo potencial <i>hinterland</i> pertence, em quilómetros, com os potenciais <i>hinterlands</i> definidos em função dos custos internos de deslocação.	221
Mapa 35: Por concelho, tempo mínimo de deslocação para um dos 7 portos, em concorrência entre si, medido em minutos.....	223
Mapa 36: Por concelho, com os potenciais <i>hinterlands</i> de cada porto definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em concorrência entre si, velocidades de deslocação em Km/h.	224
Mapa 37: (esquerda) Concelhos onde se verificaram alterações dos custos internos de deslocação de um TRC para o porto de <i>hinterland</i> , com os portos em concorrência (<i>hinterland</i> definido pelo mínimo custo interno entre concelho i e um dos 7 portos).	227
Mapa 38: (direita) Somatório da alteração do custo interno de deslocação de um TRC, por concelho, entre cada um dos concelhos e os 7 portos.	227
Mapa 39: (esquerda) Concelhos a partir dos quais a deslocação de um TRC para o porto de Aveiro, medida pelos custos internos, ficou mais cara devido à introdução de portagens na A29.	229
Mapa 40: (direita) Concelhos a partir dos quais a deslocação de um TRC para o porto de Leixões, medida pelos custos internos, ficou mais cara devido à introdução de portagens na A29.	229
Mapa 41: Vias pertencentes à Subconcessão do Douro Interior. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt).	231
Mapa 42: (esquerda) Diminuição do custo interno da viagem de um TRC, por <i>hinterland</i> de cada porto, com os portos em concorrência, entre o concelho e o porto respetivo, devido à entrada em funcionamento da Subconcessão do Douro Interior.	233
Mapa 43: (direita) Somatório da diminuição do custo interno da viagem de um TRC, de um concelho para todos os portos, sem concorrência, devido à entrada em funcionamento da Subconcessão do Douro Interior.	233
Mapa 44: Vias pertencentes à Subconcessão do Pinhal Interior. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt).	235
Mapa 45: (esquerda) Diminuição do custo interno da viagem de um TRC, por <i>hinterland</i> de cada porto, com os portos em concorrência, entre o concelho e o porto respetivo, devido à entrada em funcionamento da SPI.....	237
Mapa 46: (direita) Somatório da diminuição do custo interno da viagem de um TRC, de um concelho para todos os portos, sem concorrência, devido à entrada em funcionamento da SPI.	237
Mapa 47: (esquerda) Diminuição do custo interno da viagem de um TRC, por <i>hinterland</i> de cada porto, com os portos em concorrência, entre o concelho e o porto respetivo, devido à entrada em funcionamento do último troço do IC8.....	240

Mapa 48: (direita) Somatório da diminuição do custo interno da viagem de um TRC, de um concelho para todos os portos, sem concorrência, devido à entrada em funcionamento do último troço do IC8.	240
Mapa 49: Estradas pertencentes à Subconcessão do Douro Litoral. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt)... ..	242
Mapa 50: Somatório da diminuição dos custos internos da viagem de um TRC de um concelho para todos os portos, sem concorrência, considerando o impacto de entrada em funcionamento da SDL, em euros.	244
Mapa 51: Os <i>Core Corridors</i> no espaço europeu, nos quais a UE vai apoiar investimentos no âmbito do quadro comunitário de apoio, de 2014 a 2020 Fonte: www.railwaygazette.com	262
Mapa 52: As regiões marítimas na Europa, por NUT 3. Fonte: Eurostat.	345

Lista de Abreviaturas e Siglas

A.E. ou AE - AutoEstrada
AA - Autoestradas Atlânticas
AEA - Agência Europeia do Ambiente
AML - Área Metropolitana de Lisboa
AMP - Área Metropolitana do Porto
APA - Administração do Porto de Aveiro
APDL - Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, S.A.
CAM - Certificado de Aptidão para Motorista
CAP - Certificado de Aptidão Profissional
CFC - Clorofluorcarboneto
CIS - Coeficiente de Impedância da Sinuosidade
COE - Cabine Over Engine
COV - Compostos Orgânicos Voláteis
COV - Custos Operacionais de Veículo
CQM - Carta de Qualificação de Motorista
CREP - Cintura Regional Exterior do Porto
DEF - Diesel Exhaust Fluid
DWT - Dead Weight Tonnage
E.N. ou EN - Estrada Nacional
E.P. - Estradas de Portugal
E.R. ou ER - Estrada Regional
ENVC - Estaleiros Navais de Viana do Castelo
ERP - Enterprise Resource Planning
FEU - Forty-foot Equivalent Units
GRT - Gross Register Tonnage
I.C. ou IC - Itinerário Complementar
I.P. ou IP - Itinerário Principal
ICS - International Chamber of Shipping
IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes
IRI - International Roughness Index
IS - Índice de Sinuosidade
JIT - Just-In-Time
Lo-Lo - Lift on/Lift off
O/D – Origem/Destino
PSA – Port Singapore Authority
PT – Problema de Transportes
PVP - Preço de Venda ao Público
RFID - Radio-Frequency Identification
RM – Região Marítima
Ro-Ro - Roll on/Roll off
RPM - Rotações Por Minuto
RTE - Rede Transeuropeia de Transportes.
SBA - Subconcessão do Baixo Alentejo
SCR - Selective Catalytic Reduction
SCUT – (via) Sem Custos para o UTilizador
SDI - Subconcessão do Douro Interior
SDL - Subconcessão do Douro Litoral

SPI - Subconcessão Pinhal Interior
TEU - Twenty-foot Equivalent Units
TMCD - Transporte Marítimo de Curta Distância
TMDA - Tráfego Médio Diário Anual
TMLD - Transporte Marítimo de Longa Distância
TRC – Trator + semiReboque + Contentor 40 pés
TSU – Taxa Social Única
TXXI - Terminal de contentores de Sines
UE - União Europeia
USD - United States Dollar
WTA- Willingness To Accept
WTP - Willingness To Pay
ZAL – Zona de Atividade Logística
ZALI - Zona de Atividades Logísticas e Industriais
ZH – Zero hidrográfico
ZILS – Zona Industrial e Logística de Sines

Capítulo 1 – Introdução

Os portos começam a ser estudados sob novas perspetivas à medida que as cadeias logísticas se vão alterando e adaptando às novas necessidades de mercado. Os portos estão a evoluir de pontos isolados para estruturas que se interligam perfeitamente em cadeias de abastecimento. No caso português, verifica-se a existência de poucos estudos visando a realidade portuária, a estratégia face às alterações do mercado, as formas de concorrência e a interligação com as redes de transporte.

O objectivo da investigação é determinar e conhecer os potenciais *hinterlands* dos portos portugueses, para cargas contentorizadas, baseados nas acessibilidades rodoviárias existentes, com recurso a um modelo de transportes.

O cálculo dos *hinterlands* pode ser efetuado com base em custos, tempo, distância, etc.

Tendo em consideração o relevo que detém o transporte de cargas contentorizadas para os portos e o facto de a maior parte do transporte de mercadorias ser efetuado por via rodoviária, qualquer alteração nas acessibilidades dos portos irá refletir-se no seu negócio e nas condições de competitividade que têm localmente, regionalmente e mesmo ao nível de espaço europeu/global.

Se a pertinência do estudo reside no conhecimento mais profundo, ao nível nacional, da relação entre *hinterland* e rede de estradas (em paralelo com a importância do transporte terrestre rodoviário nas cadeias logísticas globais, que usam os portos como um polo da cadeia), são indicadas como questões secundárias desta investigação a compreensão do impacto de algumas alterações na rede de estradas, ocorridas nos últimos anos, nos potenciais *hinterlands*. Surgem assim especificamente como questões secundárias da investigação, por ordem cronológica de conhecimento:

- Qual a estrutura dos custos associada ao transporte rodoviário pesado de mercadorias para cargas contentorizadas, em Portugal, indexada ao preço dos combustíveis, quadro legal do sector para a mão-de-obra e operação, condicionantes de carga e condicionantes físicas das vias, custo inicial dos veículos, influência das características físicas das vias no consumo das viaturas, etc.?

- Qual o impacto no modelo (representativo dos *hinterlands*) de algumas alterações ocorridas na rede de estradas nos últimos anos? Identificam-se a seguir os estudos de caso analisados:

- i) Introdução de portagens nas SCUTs;
- ii) Introdução de portagens na A29, com relevância para os impactos nos *hinterlands* dos portos de Aveiro e de Leixões;
- iii) Entrada em operação da Subconcessão do Douro Interior, com uma nova via no sentido este-oeste e uma nova via no sentido norte-sul;
- iv) Entrada em operação da Subconcessão do Pinhal Interior, com uma nova via no sentido norte-sul, paralela a vias existentes no litoral e a conclusão do IC8;
- v) Conclusão do IC8, com um troço junto a Vila Velha de Rodão, no âmbito da Subconcessão do Pinhal Interior;
- vi) Entrada em operação da Subconcessão do Douro Litoral, que funciona como uma circular externa da Área Metropolitana do Porto.

Atendendo à realidade de Portugal, em que os investimentos na rodovia favoreceram este modo em detrimento da ferrovia, constitui a maior motivação para a realização deste estudo a falta de conhecimento da dimensão dos *hinterlands* dos portos e a sua relação com a rede de estradas. Com os modos de transporte que servem os diferentes portos e o desenvolvimento que ocorreu em cada um nos últimos anos, o relevo na análise dos *hinterlands* tinha que ser dado ao modo rodoviário. A escolha pela carga contentorizada baseia-se no facto de, para além de ser um tipo de carga em constante crescimento, ser a que mais facilmente se pode aplicar numa análise para todos os portos. Outro tipo de carga obriga a uma análise menos generalizada aos terminais dos portos. Por outro lado, é a carga contentorizada que permite efetuar uma análise de enquadramento dos portos à escala europeia e mundial, dado ser considerada a espinha dorsal do comércio à escala global.

A presente tese está estruturada em sete capítulos, correspondendo o primeiro a esta introdução, onde se enquadram as questões de investigação (principal e secundárias) para as quais se tenta obter uma resposta.

No segundo capítulo, para além da justificação da pertinência do presente estudo, é efetuado o enquadramento do tema da tese, que se insere na macrologística, numa vertente de gestão de transportes, sobretudo o marítimo e o terrestre rodoviário. Contextualiza-se, assim, com base na revisão bibliográfica, a justificação para o estudo efetuado, o mercado dos transportes, as principais mudanças ocorridas no mercado do transporte marítimo de carga, introduzindo também nesta abordagem os *hinterlands* dos portos e as formas de os definir. O capítulo finaliza com o tema da competição entre portos e as fases de desenvolvimento dos portos, com os processos de regionalização.

No terceiro capítulo, começa-se por efetuar uma análise sobre sistemas de classificação de custos e os que mais se adequam aos envolvidos no transporte de um contentor por modo terrestre rodoviário, com recurso a um trator e a um semirreboque. O capítulo prossegue com os aspetos relevantes para o custo interno de transportar o contentor. Finalmente, identificam-se os custos externos provocados pelo transporte em causa, destacando alguns aspetos dos mesmos. A identificação dos custos efetuada no capítulo é uma das bases de desenvolvimento do modelo usado para determinação dos *hinterlands*.

O quarto capítulo é dedicado inteiramente ao transporte marítimo. Na primeira parte, faz-se uma distinção entre o transporte marítimo de longa e de curta distância, prossequindo com a análise das diferentes funções que os portos assumem dependendo do contexto. São igualmente exploradas as mudanças ocorridas no sector e as implicações nos portos, fruto da estratégia das grandes empresas do transporte marítimo a nível mundial.

Ao nível mundial, apresentam-se algumas estatísticas relativas aos maiores portos em movimento de carga (toneladas e contentores). O capítulo progride com a análise do transporte marítimo à escala europeia e os tipos de tráfegos que o compõem. Por último, elabora-se uma análise da estrutura do transporte marítimo em Portugal, sistemas de portos e algumas estatísticas. É efetuada a descrição das principais características, porto a porto, assim como das acessibilidades e dos terminais existentes, permitindo

identificar os portos nacionais que serão usados no modelo para o transporte de carga contentorizada.

O quinto capítulo inicia com uma breve abordagem teórica aos modelos, destacando-se os modelos de transporte e o algoritmo usado no modelo. A essência do capítulo reside na identificação e quantificação dos custos usados no modelo (internos e externos) e justificação dos valores usados, com base na matriz de custos tratados no capítulo 3. É também indicada a forma como o modelo foi construído, dados levantados e simplificações consideradas.

No sexto capítulo, são apresentados os resultados das diferentes simulações com o modelo, sobretudo com recurso a mapas. Começa-se por apresentar o *hinterland* de cada porto e são efetuadas duas análises, uma com base no custo e outra na distância, para os concelhos mais próximos de cada porto.

Apresenta-se depois o *hinterland* de cada porto em competição com os restantes, com base no fator do custo interno, relacionando cada *hinterland* com a área do território, VAB e valor das importações + exportações. São igualmente efetuadas algumas análises de alguns indicadores de cada *hinterland*, como os valores médios por quilómetro, média de valores de deslocação, etc. São também apresentados os resultados de algumas simulações do agravamento do custo ou do consumo do combustível e impacto nos *hinterlands*.

Verifica-se ainda a apresentação dos *hinterlands* em concorrência, com base nos custos externos, internos e externos, distância e tempo de deslocação.

O capítulo termina com os resultados da simulação para os 6 estudos de caso já indicados, relativos às alterações ocorridas na rede de estradas nos últimos anos, tentando perceber a influência que as mudanças nas acessibilidades tiveram nos *hinterlands* dos portos.

O sétimo e último capítulo é dedicado às conclusões da tese, lançando-se sementes para futuras investigações. Tecem-se, igualmente, algumas recomendações para melhorar o

custo do transporte rodoviário nos *hinterlands* dos portos portugueses e realiza-se um enquadramento macro das questões que se colocam aos mesmos, ao nível de estratégia e dos investimentos, tendo sempre em atenção as alterações recentes no transporte marítimo, à escala global.

Capítulo 2 – Enquadramento

2.1 Introdução

No presente capítulo, é efetuado o enquadramento teórico do tema da tese, de acordo com a revisão da literatura realizada, começando por justificar a pertinência do estudo, o mercado de transportes e as suas especificidades. Este enquadramento prossegue com uma análise sobre o contentor marítimo de transporte de mercadorias como um dos motores de mudança do sector que alavancou o aparecimento de cadeias de abastecimento globais e a forma como o transporte marítimo mudou, associado a uma hierarquização funcional dos portos. Em estreita relação com o transporte de contentores e focado no *hinterland* de um porto, trata-se da delimitação dos mesmos, destacando a importância das acessibilidades no *hinterland* como fator de competição entre portos e minimização dos custos de transporte. Dá-se por concluída a análise com uma abordagem da regionalização dos portos como indicador da evolução espacial e funcional destas megaestruturas de transporte.

2.2 Justificação para o estudo com base na bibliografia

Hinterland é uma palavra alemã do século XIX, que resulta da justaposição de *hinter* 'por detrás' e *land* 'terra', ou seja, a área em torno de ou por detrás de uma cidade ou de um porto, segundo o Oxford Dictionary. Em termos de linguagem associada aos portos, é considerado o território terrestre onde tem origem ou destino a carga que passa por um dado porto. O *foreland* é a imagem espelhada do *hinterland*, sendo o porto o elemento de simetria. A função chave de um porto depende do serviço prestado aos navios e à mercadoria. (Jafari e Khosheghbal, 2013). Por outro lado, os portos consistem numa multiplicidade de combinações, incluindo as infraestruturas intermodais de transporte que assegurem um bom nível de acesso ao *hinterland* e ao *foreland*. (Jafari e Khosheghbal, 2013)

De acordo com Ferrari *et al* (2011), o *hinterland* de um porto é a zona terrestre onde se produz a maioria do seu negócio. Cada porto pode ter uma definição diferente do seu *hinterland* com base nos transportes que se considere, no tipo de mercadorias e também no tempo, nomeadamente o impacto sazonal, o ciclo económico e as mudanças tecnológicas (Blauwens e Van de Voorde, 1988, Notteboom, 2009). Também Michele *et al* (2015) chegam a indicar que o significado teórico de *hinterland* pode ser um conceito confuso, dado que podem ser encontradas diferentes definições na literatura e porque a noção de *hinterland* pode ser ajustada de acordo com diferentes variáveis que se considere. Tome-se, ao nível do transporte marítimo, a acessibilidade, a título de exemplo. A acessibilidade é sempre um conceito relativo, porque a situação dos lugares muda ao longo do tempo com as flutuações nas oportunidades de comércio e crescimento. Por exemplo, os portos do Mediterrâneo costumavam estar no centro do mundo ocidental durante as épocas grega e romana, e Génova e Veneza prosperaram durante a Idade Média. O “surgimento” das Américas, particularmente os Estados Unidos, como potência económica focada nos portos atlânticos, levou a que o Mediterrâneo se tornasse marginal. A abertura do Canal de Suez no século XIX reorientou a localização relativa do Mediterrâneo, novamente com interações crescentes com a Ásia.

A atividade dos portos é atualmente um elo numa cadeia de transporte, no qual é operada a transferência entre modos de transporte, com um transporte marítimo como um dos modos obrigatórios, sendo o outro o ferroviário ou o rodoviário (normalmente). A origem e o destino são ambos em meio terrestre. Na figura seguinte, apresenta-se um esquema simplificado de uma cadeia de abastecimento completa.

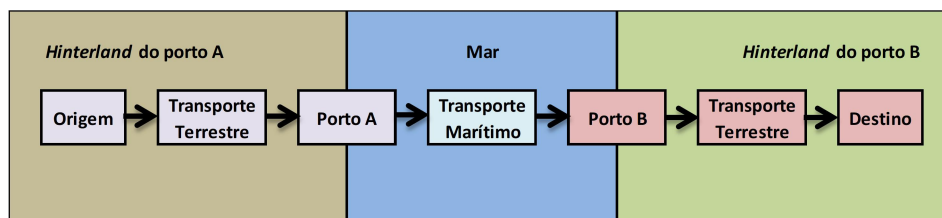


Figura 1: Esquema simplificado de uma cadeia de abastecimento completa.

Nem todas as cargas que um porto processa são semelhantes. Ao contrário do que se passa com outro tipo de mercadorias, como por exemplo os produtos petrolíferos ou os que usam *pipelines* dedicados - com entrega direta aos proprietários -, a carga / descarga

de contentores é muito exigente, dado o alto número de agentes envolvidos, aos quais a carga pertence. A exigência também se faz sentir porque os mesmos chegam e partem do porto por via terrestre.

Revestir-se-á, assim, de grande relevo conhecer a rede terrestre de transportes que serve um dado porto. Neste estudo, o espaço geográfico está circunscrito a Portugal continental. Focando-se neste espaço, será importante saber qual a rede de transportes que serve os portos portugueses.

É referido no estudo da CIP – Confederação Empresarial de Portugal (2013) que a rede rodoviária portuguesa, ao longo dos últimos 25 anos, apenas soube dotar-se de boas infraestruturas rodoviárias, esquecendo parcialmente os outros sistemas de transporte (especialmente o modo ferroviário). De 1990 a 2008, a rede de autoestradas aumentou consideravelmente, de 316 km para 2623 km, enquanto no mesmo período de tempo, se verificou uma redução de 3664 km para 2842 km no sistema ferroviário.

Contudo, de que forma estas redes servem os portos e por que razão é que as redes terrestres são atualmente tão importantes para os portos?

Jafari e Khosheghbal (2013) referem que nas áreas em que um porto tem uma vantagem comparativa clara, passando pelo mesmo a maioria dos movimentos de entrada e saída de mercadorias, podem ser consideradas como o *hinterland* cativo do porto. O *hinterland* competitivo consiste nas áreas em que não há uma vantagem competitiva clara. Consequentemente, outros portos terão uma parte desses mercados. Como em muitos portos o *hinterland* cativo foi destruído ou reduzido a uma pequena dimensão, tal conduziu a um aumento da atenção por parte das autoridades portuárias ao crescimento da capacidade nos *hinterlands* competitivos. No entanto, conforme refere Notteboom (1997), quando a análise de um *hinterland* é efetuada com determinadas premissas, o conceito do mesmo, visto de forma individual, com fronteiras bem definidas, pode ser questionável, dado que muitos *hinterlands* podem assumir uma forma descontínua no espaço.

Igualmente o estudo da United Nations Economic Commission of Europe (2010) preconiza que o desenvolvimento das cadeias logísticas globais teve um grande impacto na função dos portos (OCDE / ITF, 2009) e, como resultado, nas ligações ao *hinterland* dos portos. O desempenho do sistema de transporte influencia diretamente os custos de

transporte e, consequentemente, os custos logísticos, evidenciando que os custos de transporte constituem uma barreira ao volume do comércio internacional (ECMT, 2005). De acordo com a ECMT (2005), metade do comércio internacional em peso dá-se entre países com distâncias não superiores a 3000 km, sendo que o comércio a longa distância é muitas vezes limitado por elevados custos de transporte. Os portos tornaram-se mais conscientes comercialmente, reconhecendo a necessidade de operações eficientes dentro da própria área portuária, mas também ao longo da cadeia logística.

Silva *et al* (2013) referem que cada um dos portos é um elo de uma rede de transporte que, no *hinterland*, têm elos comuns com outros portos. Do ponto de vista do sistema de transportes, é igualmente necessário considerar que o próprio porto faz parte da rede de transportes, podendo haver benefícios mútuos pela forma como cada porto se relaciona com as redes de transporte no *hinterland* comum, e até mesmo de transporte marítimo.

Michele *et al* (2015) referem que os portos competem não só do lado do mar (através de investimentos nos terminais, ganhos de eficiência no manuseio da carga, melhorias nas conexões marítimas), mas também do lado de terra, com integração em cadeias logísticas de transporte, implementação de serviços de informação avançados para todos os envolvidos e melhorias nas conexões porta-a-porta. Nesta perspetiva, outros estudos recentes como os de Meersman *et al* (2009) e Tongzon (2009) sublinham a importância crescente das conexões – em quantidade e qualidade – entre o porto e o seu *hinterland*, por forma a ser competitivo na estrutura do moderno serviço de transporte marítimo.

Ressalta, assim, um aspeto que merece especial atenção: a relação entre competitividade de um porto e os modos de transporte terrestre que o servem, sendo que a disponibilidade e a eficiência dos mesmos não são controlados por este.

Afigura-se, então, que as autoridades portuárias ainda não são suficientemente ativas na cadeia de transporte terrestre e no desenvolvimento do *hinterland* (Michele *et al*, 2015). Por esta razão, algumas recomendações surgiram de trabalhos anteriores sobre o tema, nomeadamente a sugestão de Van Klink e Van der Berg (1998) sobre a necessidade de concentrar a atenção no lado da terra. Os conselhos de Notteboom e Rodrigue (2008) e Verhoeven (2010) estão também de acordo com esta posição e encorajam as autoridades portuárias a tomarem medidas visando integrar a área portuária com as zonas interiores

terrestres, tendo um papel mais ativo no desenvolvimento de relações mais estreitas com os outros agentes de transporte envolvidos na cadeia logística.

Os portos / autoridades portuárias carecem de ter um papel dinâmico na promoção do seu negócio, ao nível nacional e internacional. Os portos deviam ser considerados como elementos catalisadores para acelerar uma série de atividades comerciais, em relação direta com a economia e o crescimento dos negócios. Tal passa pelo desenvolvimento do seu *hinterland* e pelo aumento da carga transportada, com uma melhoria da qualidade do seu *foreland* (Jafari e Khosheghbal, 2013).

Ora, como indica McCalla (1999), em muitas cadeias de transporte de abastecimento, que incluem a origem e o destino, o custo de transporte no *hinterland* é maior do que os custos do porto a somar com o transporte marítimo. Deste modo, a logística terrestre associada ao transporte de contentores constitui um importante campo de ação. Contudo, estranhamente (De Langen, 2008), relativamente pouca importância tem sido dada – especialmente na investigação académica – às condições de acessibilidade no *hinterland* e o seu impacto no porto e na competição entre portos. Sublinha-se, no entanto, que vários autores defendem que, quando um porto marítimo compete com outros portos, a acessibilidade no *hinterland* é um dos mais importantes fatores a influenciar a sua competitividade (Notteboom, 1997; Kreukels e Wever, 1998; Fleming e Baird, 1999).

Nos últimos anos, uma série de investigações referem a importância do estudo do sistema de transportes terrestres, recentrando de novo a necessidade do conhecimento dos *hinterlands*.

As questões relacionadas com as ligações ao *hinterland*, no contexto da concorrência entre portos, foram tratadas de forma abrangente na comunicação da OCDE / ITF (OCDE / ITF, 2009) e nos documentos de apoio (por exemplo, De Langen, 2008, Notteboom, 2008). Afirmou-se que "na maior parte das cadeias de transporte porta-a-porta, os custos do transporte no *hinterland* são mais elevados do que os custos do transporte marítimo e os custos portuários combinados" (De Langen, 2008). Notteboom (2008) concorda que as companhias marítimas estão conscientes da importância crescente da qualidade das ligações terrestres para os seus clientes, dado o potencial que têm para afetar o desempenho global da cadeia logística do transporte porta-a-porta.

Dado que o comportamento típico das áreas de *hinterland* dos portos é crescer, tanto a perspectiva de portos específicos como das cadeias de abastecimento de produtos têm aumentado a importância de considerar as conexões no *hinterland* do porto. Isto é confirmado por Wiegmans *et al* (2008), que identificam a disponibilidade e o desempenho das ligações terrestres como sendo um dos principais critérios aplicados pelas companhias marítimas de transporte de longa distância para decidir sobre os portos usados.

O *hinterland* é importante e determina o nível de competição que existe entre os portos (Jafari e Khosheghbal, 2013). O incremento do transporte multimodal, o fenómeno da contentorização e a estandardização das atividades portuárias desempenham um papel extremamente importante no desenvolvimento do *hinterland* de um porto. Como a situação é similar para portos que competem entre si, essa competição desenvolve e expõe o verdadeiro significado do *hinterland*.

Silva (2013) refere que as operações portuárias e o conjunto de ligações intermodais do *hinterland* do porto são responsáveis por gerar competitividade no sector. A atividade de um porto é fortemente influenciada pela interligação dos diferentes modos de transporte no seu *hinterland*, o que obriga a gestão portuária a ter um grande foco sobre este assunto.

O mesmo autor refere que “Enquanto elemento de uma cadeia de transporte, a atividade portuária deve ser encarada pela sua capacidade de acrescentar valor no transporte de mercadorias, desde o seu ponto de origem ao seu ponto de chegada, o que significa otimizar a relação transacional com o transporte marítimo, um dos lados do elo, mas também a relação com os restantes modos de transporte terrestres, do outro lado do elo.”

No entanto, as representações dos *hinterlands* carecem de maior exatidão, de acordo com as premissas consideradas, e com base nos estudos associados. Na figura seguinte, apresenta-se um exemplo de uma representação dos principais portos portugueses e seus *hinterlands*, num estudo da CIP de 2013, sendo evidente a necessidade de um detalhe superior.



Figura 2: Representação dos principais portos portugueses e seus hinterlands (Fonte: CIP, 2013)

Merk e Notteboom (2015) referem que a modernização das instalações e do equipamento, a privatização das operações portuárias e o aumento da sofisticação do planeamento do posto de embarque resultaram numa drástica redução dos tempos de atracamento dos navios, na última década. A melhoria das ligações entre o porto e o respetivo *hinterland* não se seguiu ao mesmo ritmo. Aumentar a dimensão dos navios - com o consequente surgimento de *hubs* e *spokes* marítimos - só exacerbará os pontos de estrangulamento relacionados com a conectividade do *hinterland* portuário. Esta situação lamentável do lado da terra (estrangulamentos no transporte terrestre) enfraqueceu a competitividade das autoridades portuárias e outros agentes do mercado da indústria portuária, levando a uma mudança no foco de atenção sobre o lado do mar para uma combinação mar / terra (Plompen, 2014). Na literatura, a maioria dos estudos chega à conclusão de que a concorrência entre os portos já não poderia ser conquistada apenas do lado do mar, mas que a combinação com as ligações terrestres de qualquer porto se tornaria de importância crucial. (Frémont e Franc, 2010; Rodrigue e Notteboom, 2009)

No Eddington Transport Study (HM Treasury and Dft, 2006), afirma-se que portos pouco eficientes ou as redes de transporte no *hinterland* podem reduzir significativamente o volume do comércio internacional e declara-se que, mesmo com a plena internalização dos custos ambientais e sociais, vai ser necessário um reforço de capacidade dos portos e das rotas no *hinterland*. Parece claro que haverá um aumento da

tensão nas ligações portuárias nos *hinterlands* caso o atual modelo de transporte baseado em *hub* continuar a desenvolver-se, uma vez que maiores volumes de mercadorias terão de ser movidos para / a partir das áreas dos *hinterlands* dos principais portos.

Em conclusão, a definição de um *hinterland* específico de um porto é ainda uma tarefa desafiante, uma vez que são necessários muitos elementos: fluxos de tráfego, diferenciação de acordo com o tipo de mercadoria, conhecimento dos modos de transporte e serviços de transporte disponíveis no interior do porto, proximidade e especificação dos portos, das suas atividades marítimas e *hinterlands*.

Atualmente torna-se claro que as ligações intermodais fazem parte dos planos governamentais sobre investimentos estruturantes da atividade portuária. Apenas um plano nacional devidamente sincronizado com os planos estratégicos de cada porto permitirá comprometer as entidades responsáveis pelo estudo e implementar as ligações terrestres aos portos.

A União Europeia está empenhada em promover modos de transporte alternativos ao transporte rodoviário, dado a preponderância do mesmo na movimentação de mercadorias, muito do qual associado ao conceito de *hinterland* dos portos. O programa Marco Polo (<http://eur-lex.europa.eu/>) visa promover todas as iniciativas nesse sentido. A primeira fase do programa Marco Polo (2001-2006) teve um orçamento de 75 milhões de euros. O objetivo era reduzir o congestionamento de tráfego na Europa e voltar à repartição modal de 1998. O projeto envolveu o desvio de 12 mil milhões de toneladas-quilómetro de transporte rodoviário para outros modos de transporte. No domínio específico do transporte fluvial, os Ministros dos Transportes Europeus aprovaram, em 2001, a Declaração de Roterdão, com um orçamento de 820 milhões de euros, destinado também à promoção o sector. A segunda fase do programa Marco Polo (2007-2013) destinou-se a desviar 144 mil milhões de toneladas-quilómetro da rede rodoviária. Durante o período 2003-2006, o programa Marco Polo financiou 56 projetos, dos quais 20 incluíram uma componente marítima (<http://eur-lex.europa.eu/>). A maioria destes projetos envolveu o desenvolvimento de serviços Ro-Ro (*Roll On / Roll Off*), ou seja, os veículos são transportados por meio marítimo e efetuam a deslocação terrestre pelos próprios meios). Se por um lado há um enfoque na passagem

de carga para outros modos, também o há numa correta utilização do sistema de transporte rodoviário, com melhorias ao nível ambiental, social e económico.

Da revisão bibliográfica efetuada e referida e do exposto nos parágrafos anteriores, percebe-se a necessidade de conhecer com exatidão os *hinterlands* dos portos portugueses. Devido à estruturação das redes rodoviárias e ferroviárias, ao uso de uma unidade dimensional comparável de mercadoria (como é o contentor) e à percentagem de transporte efetuado por cada um dos modos terrestres, a escolha deste estudo incide sobre o transporte de contentores por modo rodoviário, na rede de estradas de Portugal Continental.

Nos pontos seguintes serão apresentadas algumas análises parcelares efetuadas com base na bibliografia.

2.3 O mercado de transportes

A palavra “transporte” significa o ‘ato ou efeito de transportar’, segundo o Dicionário da Língua Portuguesa, Porto Editora (2010). Tem origem nos vocábulos latinos *trans* (do outro lado, de um lado para o outro) – Ramshorn, 1989 - e *portatió* (a ação de transportar ou de transmitir), segundo o Oxford Latin Dictionary, Oxford, 1982. A palavra ‘transportar’ assume assim o significado (entre outros) de ato de levar pessoas ou bens de um local para o outro, ou seja, o transporte, por norma, não é um objetivo em si, mas antes uma necessidade que decorre das atividades desenvolvidas pelas pessoas e pelas empresas. Esta necessidade é consumidora de recursos, materiais, tempo, equipamento, etc., sendo, por isso, um bem comercial transacionável, logo, com um preço de mercado.

Decorre da teoria económica que um mercado é um bem especial, com um bem ou conjunto de bens (material ou imaterial) transacionáveis e um espaço geográfico ou virtual no qual é produzido ou vendido, com mecanismos de fixação de preços, que tentam determinar um equilíbrio entre a procura e a oferta, entre operações de compra e de venda. A área geográfica pode ser considerada a sua dimensão espacial, que é definida em função da localização dos seus operadores (tendo o conceito de localização

sido expandido com os negócios sobre uma plataforma digital). O mercado apresenta igualmente uma dimensão temporal, ou seja, o intervalo de tempo em que há uma relação entre a procura e a oferta.

Para o sector dos transportes, o conceito de mercado reveste-se de especificidades que decorrem das diferenças estruturais com outros sectores da economia (Costa, 2005), podendo indicar-se as seguintes como principais:

- É sistemático, visto que implica um alto grau de planeamento lógico para assegurar a sua operação contínua.
- O consumidor da viagem (passageiro ou carga) contribui para a atividade de transporte com o seu tempo.
- É não armazenável, uma vez que depois de uma viagem estar planeada só há duas opções: ou concretizá-la ou cancelar.
- É disperso, dado que os agentes do transporte não estão em contato direto com o gestor mas sim com os clientes, numa base diária.
- É uma atividade de interesse público, logo, é regulada pelo estado.
- O investimento nas infraestruturas para os diferentes modos leva a distorções entre os diferentes modos. Como exemplo, os investimentos no modo rodoviário dos últimos anos é bastante superior ao no modo ferroviário.
- O bem neste mercado é o próprio ato de transportar. Como normalmente existe mais do que uma forma de transportar, conclui-se que existe então mais do que um mercado, que se podem relacionar (ou não) ao nível da oferta e da procura (em processos de substituição entre si).
- O transporte acontece num certo intervalo de tempo e sob certas condições de segurança, credibilidade ou conforto. Quando alguma das condições se alteram, modifica-se o preço do transporte para o consumidor ou o seu custo para o fornecedor.
- A escolha do modo usado para o transporte é condicionada pelos fatores custo, tempo, comodidade, qualidade do serviço, entre outros, pelo que nem sempre os modos são substitutos perfeitos entre si.

Em síntese, o conceito de mercado de transportes cobre realidades bastante complexas. Grande parte do sector de transportes não está sujeito à ação das forças de mercado, caindo diretamente na esfera da regulamentação das instituições públicas. A forma de fixar os preços foge à regra do ponto de equilíbrio entre a oferta e a procura, tendendo mais para situações extremas como a introdução de tarifas preestabelecidas e a prática do sigilo em relação aos preços.

No que diz respeito ao mercado mais específico de transporte de carga, verifica-se que, com a introdução do contentor e transporte de carga passível de contentorização, nos últimos 50 anos, ocorreram mudanças importantes, ao nível técnico e económico. Uma carga contentorizada permite uma interação acrescida entre os modos de transporte, mas pode igualmente significar competição entre modos, substituindo-se a complementaridade verificada no passado. Como exemplo, o transporte marítimo é atualmente concorrente do modo ferroviário, enquanto, no passado, se complementavam, quer para as vias navegáveis do interior, quer em sistemas *hub-and-spoke*, em que se efetua a baldeação de carga para barcos menores, com destino a outros portos (quando no passado essas zonas eram servidas por modo ferroviário).

Quando a competitividade fica assente no preço (com a internacionalização e globalização do mercado) aliado às formas atuais de transação, impulsionam-se novos sistemas de transportes, com transformação dos atores que operavam na cadeia de transporte e uma necessidade de reforço da complementaridade entre os vários modos. Esta complementaridade, com inter-relação e interdependência entre os vários modos da cadeia de transporte, assumem um tal relevo que leva a que as políticas públicas para o sector sejam cada vez mais vastas na análise e soluções para as promover.

Estas cadeias de transporte, com relações de complementaridade entre modos, como outras cadeias de transporte, são comandadas por critérios de eficiência para cada carga que circula no sistema e para cada recetor/expedidor, sendo a eficiência do sistema o somatório das eficiências das diferentes operações que o constituem. As operações englobam não só o movimento físico da carga como a armazenagem da mesma. Como cada carga e cada expedidor/recetor representam variáveis diferentes devido à sua especificidade, não há uma resposta única e ótima para todas as situações. Contudo, poderão ser indicadas algumas premissas que se aplicam a um sistema:

1- A unitização de cargas contribui para diminuir o custo de transporte, otimizar a qualidade dos serviços e reduzir perdas e danos na carga. Permite também uma melhor transferência da mesma entre modos de transporte se os houver no sistema em causa. Com o processo de transbordo mais facilitado, o transporte tornou-se mais seguro e com menos tempo de paragem, logo, mais rápido, com menores custos de armazenagem intermédias, menor movimentação de carga, maior segurança e menos perdas.

2- A conceção de uma cadeia de transporte deve seguir o princípio da movimentação de cargas a custos tão reduzidos e da maneira mais eficiente possível, o que está diretamente relacionado com as economias de escala, manuseamentos eficientes de carga, integração otimizada de modos de transporte e otimização de *stocks* do expedidor e do recetor.

2.4 Mudanças no modo de transporte

Desde tempos remotos que os portos fazem parte dos sistemas económicos regionais e nacionais, podendo, em muitos casos, ser uma força motriz a sectores específicos da economia (Rodrigue, 2013). No contexto do planeamento de transportes nacional, regional ou social, por parte de qualquer governo, o sector dos transportes é considerado como um meio para atingir certos objetivos, havendo especificamente uma estreita relação entre portos e desenvolvimento económico. Não existindo uma dependência ou relação unívoca entre desenvolvimento económico e a existência de um porto, verifica-se que, quando o mesmo está presente na economia de uma dada região ou país, desempenha uma função catalítica, pela melhoria significativa nos meios de transporte, de saída e entrada de mercadorias (OCDE, 2002).

Quanto melhor for a infraestrutura portuária, quer no que diz respeito à capacidade de ancoragem de embarcações de diferentes calados e diferentes tipologias de cargas, quer no que diz respeito aos custos associados, rapidez de processamento da carga, etc., maior será a influência positiva sobre a economia da região (OCDE, 2011), sendo que, em certos casos, dada a dimensão que certas infraestruturas portuárias assumiram, passaram a ser o suporte principal da economia regional (como será o exemplo dos portos de Antuérpia, Roterdão, etc.).

O transporte marítimo, sendo o mais internacional meio de transporte de mercadorias, assume uma importância vital para o desenvolvimento económico, uma vez que grande parte das importações e exportações do comércio mundial é feita por via marítima, representando 90% do comércio internacional (UNCTAD, 2014), com cerca de 90.000 navios em 2012 (www.shippingresearch.wordpress.com), com um valor estimado de 9,3 triliões de dólares em 2010 (www.statista.com). Em 2013 foram transportados 10.000 milhões de toneladas de carga (www.statista.com) 70% da qual em contentores, num total de 650 milhões de TEUs transportados. O contexto do transporte marítimo reflete o aumento das trocas de comércio e do tráfego marítimo internacional, cujo crescimento foi superior a 130% nos últimos 30 anos, com forte impacto no movimento portuário. Este crescimento do tráfego marítimo internacional não foi, contudo, homogéneo para os diferentes tipos de mercadorias, sendo naquele período mais acentuado o incremento dos produtos manufacturados e do transporte em contentores, em relação a outros produtos, como os combustíveis (MOPTC, 2006).

Num mercado cada vez mais global, qualquer mudança no meio de transporte que o torne mais competitivo será benéfico para a economia, nas suas diferentes vertentes. Assim, no domínio específico dos portos, as três maiores mudanças que ocorreram na forma como o transporte de carga marítimo está organizado foram (OCDE, 2008):

- Contentorização;
- Emergência de cadeias de abastecimento globais;
- Crescente importância de terminais de contentores de baldeação (passagem de contentores de barcos maiores para barcos menores).

A contentorização revelou-se a maior inovação tecnológica a revolucionar a natureza do transporte de carga marítimo de bens manufacturados. Gerou um substancial grau de standardização dos serviços portuários, implicando que os portos não contassem com a especialização para manter a parcela de mercado e gerar tanto lucro como costumavam. Esta contentorização induziu ainda os transportes terrestres nos seus *hinterlands*, com um aumento da procura, que por sua vez levou ao desenvolvimento do conceito de transporte integrado de mercadorias, isto é, a intermodalidade. É com a intermodalidade que se criam complexos sistemas logísticos, com aumento do tráfego de contentores, resultado da multiplicidade de causalidades estabelecidas entre o contentor, a

intermodalidade e a logística. A contentorização permite que os portos na mesma região se tornem substitutos próximos e, daí, estarem mais expostos à competição por parte de outros portos e outras rotas.

Kuhn (2002) refere que o tráfego de contentores tornou-se a espinha dorsal do desenvolvimento económico do mundo e Sanders *et al* (2005) reforça este princípio com a ideia de que a contentorização tem provocado uma revolução na conceção e funcionamento dos modos de transporte e dos sistemas de movimentação de carga.

A contentorização ajudou a baixar os custos e os tempos de transporte, aumentar a fiabilidade e segurança dos prazos e permitiu a produção e procura à escala global, estimulando a preferência pelo transporte marítimo (Notteboom, 2006; Levinson, 2006). Para além disto, como descrito por Luo e Grigalunas (2003) e Cullinane e Song (2002), entre outros, a contentorização aumentou dramaticamente a competição entre portos. Os movimentos intermodais de carga nos portos reduziram os custos de manuseamento destes e aumentaram a riqueza dos mercados servidos por esses portos. Onde, outrora, um porto contava com um *hinterland* exclusivo para a movimentação e transporte de carga, pode agora contar com sistemas de transporte ligados a portos em competição. Como resultado, os portos perdem os seus monopólios sobre os seus *hinterlands*, com o aumento dos *hinterlands* partilhados.

O segundo motor de mudança que afeta diretamente o papel dos portos é o desenvolvimento das cadeias de abastecimento a nível mundial. Estas ligam fortemente a produção dispersa e zonas de produção de matérias-primas a regiões geográficas de consumo concentrado. O que interessa, do ponto de vista das empresas e dos clientes, é a performance da cadeia de abastecimento em termos de preço, qualidade do serviço e confiança. O aumento dos níveis de concentração é bastante significativo. Em 1980, as 20 empresas mais bem-sucedidas de transporte marítimo controlavam 26% da capacidade de TEU (TEU - Twenty-foot Equivalent Units - é a unidade de medida dos contentores, correspondendo 1 TEU a um contentor de 20' -20 pés - e 2 TEUs, ou FEU – F de Forty - a um contentor de 40' – 40 pés). Em 2007, esta quota tinha aumentado para 81% (OCDE, 2008).

Uma das consequências dos 3 motores de mudança na organização das cadeias de abastecimento é que os portos de saída/entrada tornam-se muitas vezes um elemento

substituível na cadeia, com relativamente pouco poder de negociação. Um porto que fornece um serviço de uma dada qualidade ao preço mais baixo não ganha necessariamente quota de mercado, já que outros fatores (não controláveis pelo porto) também afetam a escolha do porto (OCDE, 2008). A crescente importância dos portos de baldeação está diretamente relacionado com a emergência dos portos *hub*, verdadeiras portas de entrada para os tráfegos intercontinentais onde se faz depois a desconsolidação da carga para outros portos (ou consolidação do sentido inverso de movimentação).

Uma das formas de ação possível, apontada como área de atuação das administrações portuárias, é a inovação tecnológica e operacional no porto, como forma de aumentar a capacidade efetiva do mesmo. Rodrigue (2008) defende que os melhoramentos disponíveis podem duplicar a capacidade de carga e descarga dos terminais. A segunda forma de aumentar realmente a capacidade do porto é deslocar algumas funções para o seu *hinterland*. Por exemplo, a função de distribuição dos portos tem vindo a ser descentralizada pela criação de centros de distribuição rodoviários (plataformas logísticas) no seu *hinterland* mais próximo, ao que Notteboom e Rodrigue (2005) chamaram de “Regionalização dos portos”, diminuindo a pressão sobre a capacidade do porto.

A postura de uma política estratégica com respeito ao desenvolvimento de cadeias de abastecimento também depende da perspetiva económica geral adotada. Por exemplo, argumenta-se, por vezes, que as cadeias de abastecimento estão demasiado espaçadas geograficamente e que há um crescimento excessivo no transporte. Há várias razões na base desta situação. Como exemplo, os portos visam maximizar a carga e podem fazê-lo cobrando preços baixos pelo uso da infraestrutura. Como consequência, as companhias de navegação e os operadores de cadeias logísticas não pagam o custo total da infraestrutura, não refletindo nas suas decisões os custos sociais. As infraestruturas de transporte, ao fixarem preços que não espelham custos marginais, incluindo externalidades, estão a exacerbar estes problemas. Aproximações ao problema baseadas no custo aumentam o equilíbrio entre custo e benefício da atividade dos portos e das redes logísticas de abastecimento, podendo resultar em taxas de crescimento abaixo das observadas nas décadas recentes (OCDE, 2008).

Mudar de porto constitui um processo oneroso, embora mais do ponto de vista do operador de terminal do que da perspectiva das empresas de transporte marítimo, das cadeias de abastecimento ou das empresas que dominam todo o procedimento. Não há consenso na literatura quanto ao grau de inércia na escolha do porto do ponto de vista das empresas de transporte marítimo. É largamente aceite que as cadeias de abastecimento são livres, mas é menos claro quais os elementos de inércia que se mantêm.

2.5 Delimitação de um *hinterland*

Delimitar um *hinterland* dum porto com base em custos generalizados de transporte (todos os custos necessários para transportar a carga C do ponto i até ao ponto j) indica a dimensão espacial do mesmo. No entanto, para estimar a procura de transbordo gerado por esta área, as características do mercado - em termos de volumes de importação e exportação - também devem ser incluídas. Na literatura geográfico-económica, o conceito de localização potencial foi desenvolvido para determinar a capacidade de atração de um local. A localização potencial do local i é a soma das características do local em todos os lugares j ao redor de i, ponderando os custos generalizados de transporte entre i e j (Van den Berg, 1987). Com base no conceito de localização potencial, define-se a potencial zona terrestre interior de um porto marítimo i, como a procura de transbordo, em termos de importação e exportação de/para um conjunto de lugares j ponderado com os custos generalizados de transporte entre i e j.

O potencial *hinterland* de um porto é dinâmico. Ele pode mudar devido a evoluções fundamentais da tecnologia, economia e sociedade, que têm impacto sobre a procura de operadores para os serviços portuários, bem como sobre os custos de transporte generalizados.

Tome-se o seguinte exemplo (Klink *et al*, 1998): 3 portos - A, B e C - equidistantes e localizados ao longo da sua costa. Para estes portos, os custos de transporte assumidos serão iguais, ao longo dos seus *hinterland*.

O *hinterland* de um porto marítimo é delimitado sem incidir sobre um tipo específico de carga. Uma média do conjunto generalizado dos custos dos transportes e das condições do mercado tem que ser considerada implícita. No entanto, para cada cadeia logística que passe pelo porto, um *hinterland* específico pode ser determinado. O que se conclui é que o *hinterland* potencial de cada porto A, B e C é 1/3 do território disponível (figura 3).

Na prática, delimitar o *hinterland* de um porto marítimo é muito mais complicado do que o exercício teórico indicado. A utilização dos portos nem sempre pode ser explicada pelo fator custo e mercado. Em muitos casos, há motivos históricos, psicológicos, políticos e pessoais que resultam num modelo de transporte que se afasta da divisão perfeita do mercado, como demonstrado no esquema. Conforme é evidenciado por Hoare (1986), para os portos do Reino Unido, os *hinterlands* podem-se sobrepor substancialmente e resultar numa forte competição entre eles.

De igual modo, quando se refere um *hinterland*, o mesmo tem que ser devidamente especificado, já que o *hinterland* pode existir (ou não) para um dado porto, conforme o tipo de carga que pode ser processada ou os meios de transporte utilizados ou ainda o parâmetro pelo qual está a ser estudado (custo, tempo, distância, etc.). Tomemos o exemplo português: se for efetuado um estudo dos portos com *hinterland* para produtos petrolíferos não refinados, esse estudo vai-se resumir aos portos de Sines e de Leixões, dado serem os dois únicos portos que têm terminais para este tipo de carga e o espaço continental vai ser dividido em dois *hinterlands* (um de cada porto). No entanto, se o estudo se destinar a cargas contentorizadas, os portos envolvidos serão em maior número e a área continental de Portugal será dividida (de forma desigual) pelo número de portos com capacidade para processar contentores.

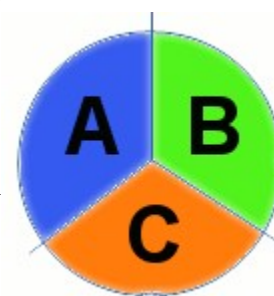


Figura 3: Divisão de um território por 3 portos equidistantes do centro, com iguais custos (Adaptado de Klink *et al*, 1998).

2.6 Acessibilidades no *hinterland*

De acordo com Robinson (2002), Notteboom e Rodrigue (2005) e De Langen e Chouly (2004) cinco condições podem ser identificadas para um eficiente acesso aos *hinterlands* dos portos:

- a) A infraestrutura de transporte do *hinterland* precisa de ser suficientemente desenvolvida;
- b) A infraestrutura de transporte tem que ser usada de forma eficiente;
- c) As cadeias de transporte têm que estar bem coordenadas;
- d) A necessidade crescente de um sistema de transporte ambientalmente sustentável no *hinterland*;
- e) Os serviços prestados pelos atores privados têm que ser atrativos (tais como os serviços dos terminais, serviços de apoio marítimo, etc.).

As condições de acessibilidade rodoviária do *hinterland* podem-se decompor pelas características de cada corredor que são específicos para cada tipo de carga dos portos e pelas estradas que são usadas pelos camiões de carga e restante tráfego local. Basicamente, a capacidade ou a política de preços pode mudar os níveis de congestionamento nos corredores e estradas que servem o *inland*, o que pode alterar as decisões ligadas ao preço global do porto e os lucros associados. Essencialmente, enquanto o aumento de capacidade das acessibilidades terrestres aumenta com a construção de mais estradas, os atrasos locais são reduzidos, o impacto negativo da expansão da atividade é moderado, induzindo maior tráfego regional e local, o que pode gerar congestionamento do tráfego suburbano local (em resposta a um aumento no tráfego de carga), sendo que ambos reduzem a atividade do porto e o lucro (Zhang, 2008).

Por outro lado, uma falha na aplicação dos custos sociais do transporte no *hinterland* e no uso do espaço pode resultar no facto de muitos portos preferirem desenvolver centros de distribuição terrestre em vez de optar por um aumento de eficiência da organização do porto, em resposta a um aumento de tráfego. De igual modo, quando o subsídio implícito usado para as estradas é maior do que para a ferrovia, verifica-se que a

performance dos investimentos ferroviários nos corredores dos maiores *hinterlands* é minada (OCDE, 2008).

2.7 A competição entre portos

Segundo Zhang (2008), uma consequência óbvia do sistema intermodal é a natureza da rede e os diversos níveis de atividades e a aplicação de uma abordagem total dos custos de distribuição. Isso implica que todos os membros ligados ao transporte na cadeia de abastecimento, incluindo o porto, contribuirão para o "custo" das transferências de carga. Este custo inclui o tempo de trânsito e sua fiabilidade.

Sanders *et al* (2005) indica que os portos que funcionam como importantes nós numa extensa rede de facilidades de transporte terão que tomar decisões estratégicas face a um forte crescimento do mercado e à volatilidade da procura.

Esta ideia também é reforçada com Robinson (2002). Segundo o autor, os portos transformaram-se em nós das cadeias logísticas globais e, consequentemente, passou-se da competição entre portos para a competição entre cadeias de transporte.

As cadeias de transporte porta-a-porta serão globalmente competitivas apenas se em todas as partes da cadeia de transporte se verificar suficiente competição. Por exemplo, se um operador ferroviário não estiver sujeito a competição, o restante sistema de transportes baseado noutros modos torna-se mais competitivo. Isto acontece sobretudo porque as empresas na cadeia têm poder de mercado e usam-no para aumentar os preços. No entanto, a competição no porto também conduz a maior especialização e inovação, com benefícios para o porto como um todo (De Langen e Pallis, 2006).

De acordo com Zhang (2008), quando os portos competem nas quantidades, um aumento da capacidade de um corredor vai aumentar a própria quota do porto, reduzindo o lucro dos portos rivais e aumentando o lucro do porto. A rivalidade entre portos, ligada aos efeitos da estratégia tomada, pode resultar num maior investimento na capacidade do corredor. Maior do que seria se não houvesse competição, como aconteceria num porto atuando de forma isolada. Este sobreinvestimento pode ter resultados fracos se o modo de competição do porto se baseia nos preços.

No que diz respeito à capacidade da estrada, segundo o mesmo autor, ao abrigo da concorrência pela quantidade, o aumento da capacidade no transporte rodoviário em geral pode ou não aumentar a produção do próprio porto e os lucros, devido a vários efeitos de compensação. Contudo, para uma determinada cadeia de transporte intermodal, o porto, o corredor e a rede de estradas interiores podem pertencer a diferentes entidades (regiões ou organizações). Cada uma das partes tenta maximizar o seu próprio interesse, que pode não ser o mesmo que os da cadeia de transporte.

Em relação às questões do porto público/privado e competição, e como houve um desenvolvimento da responsabilidade pública nos portos através da privatização e abertura ao mercado de certas atividades (Cullinate e Song, 2002; Brooks, 2004), Flemming e Baird (1999) argumentam que os portos privados lidam mais naturalmente com a competição do que os portos públicos.

Já ao nível do investimento, no estudo da OCDE (2008), é afirmado que nos portos detidos por privados se investe menos na capacidade dos portos do que em outros portos, com autoridade para fixarem preços comerciais, mas cuja capacidade é financiada pelo estado. Tal acontece porque o investidor público tem objetivos mais vastos do que apenas o lucro do porto.

As mudanças nos *hinterlands* e a sua relação com a competição entre portos foi também investigada por autores como De Langen (2008) que conclui que a maior parte dos portos serve *hinterlands* partilhados e o aspeto crucial (de servir ou não esse *hinterland*) depende da qualidade dos serviços de transporte. Regiões onde um porto tem uma vantagem competitiva substancial vão-se tornar o *hinterland* cativo desse porto e, no geral, esse porto processará a vasta maioria das cargas para/de essa região. *Hinterland* partilhado é um conceito que consiste na situação de uma região onde não há um porto com uma clara vantagem sobre os outros. Como consequência, vários portos vão ter uma quota do mercado. Para a maioria dos portos, os *hinterlands* cativos diminuíram e a maior parte dos portos não podem confiar nas cargas dos seus *hinterlands* cativos. Pelo contrário, os portos precisam de competir nos *hinterlands* partilhados e, consequentemente, as empresas/atores ligados ao porto precisam de desenvolver estratégias para melhor servirem o seu *hinterland*.

Se a dimensão dos portos é do nível de entrada/saída para trocas intercontinentais (OCDE, 2008), estes ainda detêm uma posição forte em, pelo menos, alguma da área que servem, visto que, neste caso, os *hinterlands* não se sobrepõem.

Na análise da rede de transportes (ligado aos portos), os estudos mais recentes recaem principalmente nas questões do congestionamento, sobretudo na zona central da Europa. No estudo da OCDE (2008) conclui-se que a capacidade do porto não é um grande fator de constrangimento na determinação do seu poder de atração, desde que não aconteçam sistematicamente níveis de congestionamento rodoviário excessivos. Esta ideia é reforçada pela observação de que o uso da capacidade nos portos é organizado de um modo mais coordenado do que nas redes de transporte em geral, levando a uma melhor gestão do congestionamento. De facto, na maior parte das cadeias de transporte porta-a-porta, os custos do transporte no *hinterland* são maiores do que os custos do transporte marítimo combinado com os custos no porto. Neste sentido, autores como De Langen (2008) defendem que as administrações portuárias podem contribuir ativamente para a melhoria das acessibilidades no *hinterland*. Um envolvimento mais ativo é especialmente relevante no transporte no *hinterland*, já que esta questão se está a tornar o funil das cadeias de transporte internacionais porta-a-porta. Zhang (2008) refere que na “cadeia de transporte” de um porto, os utentes incorrem em custos de atraso que não são exclusivos do porto, mas também dos outros elos da cadeia, e o congestionamento global é indicado como o elo mais fraco.

Noutra perspetiva, Zhang (2008) refere que a contentorização e a abertura ao mercado dos portos intensificam a competição entre portos. O aumento brutal dos movimentos de carga está certamente a pressionar o funcionamento dos portos e os sistemas de transporte dos seus *hinterlands*. Tem sido reconhecido, de forma geral, que o congestionamento é extremamente forte em muitos portos do mundo e enormes esforços têm sido empreendidos para a resolução deste problema, a nível político e de investigação (Heaver, 2006; De Borger *et al*, 2008; Yuen *et al*, 2008).

Quando se opta por usar um navio de maiores dimensões, tal implica que sejam necessários menos portos para o mesmo volume de carga. Esta mudança para navios maiores reduz a dependência de rotas marítimas de determinados portos e intensifica a competição entre portos para o restante volume de carga (assumindo que qualquer um

dos portos pode ser usado por tais navios). Paralelamente, a emergência do comboio intermodal e corredores de embarcações (em certos portos da Europa central) aumentou o limite geográfico dos portos de saída/entrada. A extensão dos *hinterland* conduz a mais divisões entre os *hinterland* dos portos e, por conseguinte, a uma competição mais forte (OCDE, 2008).

Os portos e o congestionamento nos *hinterlands* são passíveis de afetar a quota de mercado do porto, podendo-se especificamente assumir que o aumento do tráfego e do congestionamento dos *hinterlands* dos grandes portos pode acarretar um aumento da quota de mercado de portos mais pequenos ou mais congestionados na mesma região. O efeito intensificador da contentorização na competição portuária pode ser neutralizado pelo congestionamento nos portos ou nas suas redes de transporte no *hinterland*. Quando um porto ou os seus serviços aos operadores estão mais fortemente congestionados do que nos portos que com ele competem, a qualidade do serviço desse porto pode ser mais baixa, pois leva-se mais tempo a aceder e a sair do porto e a fiabilidade do serviço declina, enfraquecendo a sua posição competitiva (Zhang, 2008).

É óbvio que as preocupações acerca do congestionamento portuário e de *hinterland* são mais fortes quando os portos competem. Por isso, os pedidos para uma maior capacidade no porto ou no seu *hinterland*, no sentido de aliviar o congestionamento, são maiores num contexto competitivo, podendo isto resultar em níveis de investimento que excedam aqueles onde os portos enfrentam uma competição menos intensa (Zhang, 2008). Se estes investimentos estão em linha com os níveis de desejo social, isso é menos claro. Em geral, será de esperar que os portos privados invistam mais quando há competição do que quando o porto é um puro monopólio ou se enquadra numa estrutura de mercado oligopolista.

De acordo com Slack *et al* (2007), é requerido que as autoridades portuárias façam grandes investimentos, embora as mesmas estejam a descobrir que têm cada vez menos controlo sobre os seus destinos. As principais decisões ligadas ao tráfego nos portos são tomadas por empresas de transportes que operam à escala global. Isto permite considerar que a decisão possa passar para a esfera regional ou nacional e não pertença apenas à administração portuária.

2.8 Regionalização dos portos

Na análise geográfica, Rodrigue (2006) desenvolveu estudos sobre a evolução dos portos e a sua interação com o espaço geográfico. Refere que os modelos existentes sobre a evolução espacial e funcional dos portos e sistemas portuários explicam apenas parcialmente o novo paradigma de distribuição de mercadorias (ver figura 4 a seguir). Introduz assim a noção de fase de "regionalização" do desenvolvimento do porto e sistema portuário. A fase da regionalização e o novo conceito associado de *hinterland* precisam de novas abordagens para a administração dos portos e um enfoque que deverá ir para além dos limites dos portos. Isto acontece uma vez que a estrutura de transportes associada é mais complexa, aumentando bastante o *hinterland* potencial do porto.

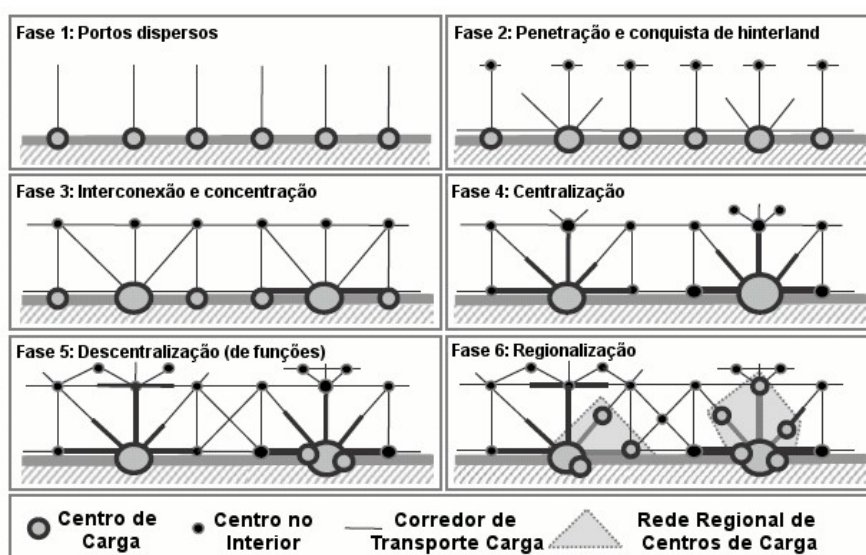


Figura 4: A integração regional de um porto e o desenvolvimento espacial de um sistema de portos.

Fonte: Rodrigue, 2006.

Até certo momento, verificava-se que os modelos de desenvolvimento dos portos não incorporavam os centros de distribuição de transporte terrestre e terminais como nós ativos na definição do desenvolvimento dos centros de carga. A regionalização dos portos constitui uma sexta fase nos modelos de Hayuth (1981) e Barke (1986), caracterizada por uma forte interdependência funcional e até mesmo o desenvolvimento conjunto de um centro específico de carga e plataformas logísticas multimodais no seu *hinterland*, que resultou na formação de uma "rede regional de centros de carga". O

sistema portuário, consequentemente, adapta-se aos imperativos dos sistemas de distribuição.

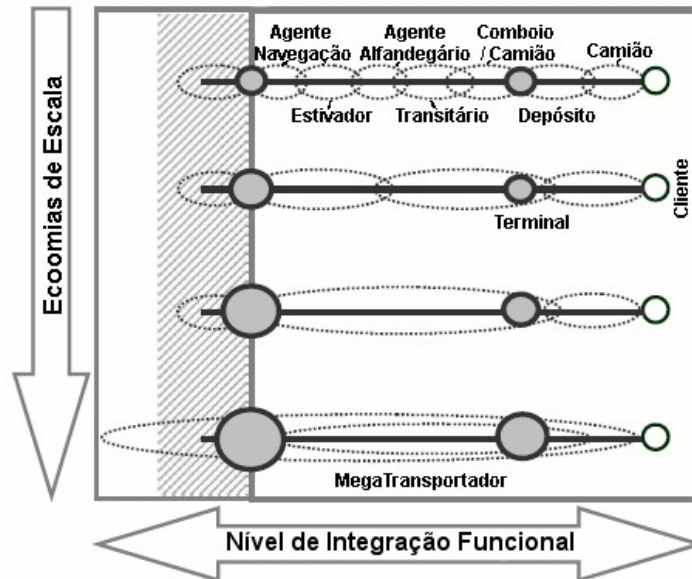


Figura 5: Integração funcional das cadeias de distribuição. Fonte: Rodrigue, 2006.

Na fase da regionalização é cada vez mais reconhecido que o transporte terrestre constitui uma importante meta para reduzir custos logísticos. A regionalização, como tal, visa o desenvolvimento do segmento de distribuição terrestre da cadeia de abastecimento para melhorar a sua eficiência, aumentar a integração logística e reduzir os custos de distribuição, com um nível de integração funcional maior e com menos intervenientes em toda a cadeia, conforme indicado na figura 5.

Nesta fase, a distribuição no interior (do *hinterland*) torna-se de primordial importância para as condições de concorrência do porto, favorecendo o surgimento de corredores de transporte e polos logísticos. Com um acesso mais eficiente para o interior, principalmente através de transferência modal, a competitividade do porto aumenta.

A escolha de uma determinada rota será baseada no desempenho do total da cadeia e inclui fatores como os custos de transporte, congestionamento, fiabilidade e existência de diferentes possibilidades (Sanders *et al*, 2005). O tempo despendido no congestionamento pode ser considerado como custo indireto principal. O problema de escolha das companhias de navegação pode ser modelado com uma escolha discreta. As companhias marítimas escolhem a cadeia logística e o porto associado com base na

utilidade de cada cadeia. A principal variável é o custo dos transportes para as diferentes cadeias logísticas. Seguindo esta abordagem, a utilidade para as companhias de navegação para escolher uma dada cadeia logística (porto) i pode ser escrita como:

$U_i = \beta_i X_k + \varepsilon_i$, em que:

U_i é o custo de transporte;

β_i : representa a utilidade marginal para cada companhia de usar o porto i ;

X_k : representa o custo de transporte associado ao modo k de o efetuar;

ε_i : erro representando a medição de erros e escolha dos atributos não modelados (o modelo pode também ser mais detalhado, especificando uma função utilidade distinta para cada empresa, sendo necessário mais dados sobre a escolha individual de cada empresa).

Este ponto foi reforçado por Notteboom (2007), que afirma que "a escolha do porto tornou-se mais uma função dos custos de rede de transportes e a seleção do porto está relacionada com toda a rede, em que o porto é apenas um nó." Além disso, a questão de melhorar as conexões intermodais de uma cadeia de transporte também foi reconhecido na esfera política, incluindo, no contexto do transporte do porto para a região interna, a adequação das ligações terrestres aos portos (por exemplo, Australian Government, 2005).

A ênfase alterna entre a performance do porto e a performance da cadeia de abastecimento. De entre outros fatores, os custos do transporte de *hinterland* tornaram-se relativamente importantes, já que o custo por quilo/quilómetro no *hinterland* é 5 a 30 vezes mais alto (dependendo do modo de transporte no *hinterland*) do que o custo do transporte marítimo. As escolhas de rotas e, até certo ponto de portos, estão fortemente dependentes das condições de transporte no *hinterland* e a segurança/confiança na rota total tornou-se cada vez mais importante para os que na cadeia de abastecimento tomam decisões de rotas.

Notteboom e Rodrigue (2004) conseguem identificar que, globalmente, os custos do transporte terrestre representam 18% do total de custos logísticos e poderiam ser reduzidos para um terço, com estratégias adequadas de regionalização.

2.8 Conclusões

Neste capítulo, para além da justificação com base na bibliografia consultada do estudo executado, procedeu-se a uma abordagem ao mercado de transporte de mercadorias, com destaque para a relevância do contentor como fator de mudança no sector, nomeadamente com a especialização dos portos em diferentes funções. No entanto, todos os portos, independentemente do seu lugar na hierarquia funcional, servem um *hinterland*, que assenta nos modos de transporte presentes no mesmo – ferroviário, rodoviário, fluvial – e que será mais competitivo (e consequentemente também as empresas e indústrias servidas por ele) conforme o custo de transporte também o seja. Salienta-se que o custo de transporte será sempre o primeiro fator de escolha de um porto em detrimento de outro, em condições normais de concorrência.

Dada a importância do transporte rodoviário para o transporte de contentores, fica demonstrada a necessidade de conhecer os custos associados e os potenciais *hinterlands* definidos por esses custos, temas em análise nos capítulos seguintes.

Capítulo 3 – Custos

3.1 Introdução

Neste capítulo, começa-se por identificar as classificações para os custos, usadas no estudo, entre as diversas possíveis.

Usando o tipo de classificação principal adotado transversalmente em todo o estudo – custos internos e externos – procedeu-se à inventariação dos custos internos necessários para efetuar o transporte de um contentor de 40 pés, por modo rodoviário. Dada a importância que os custos com combustível assumem na operação corrente de uma empresa de transportes, são apresentados, no Anexo 2, os fatores que influenciam positivamente e negativamente o consumo num pesado de mercadorias.

O capítulo conclui com uma inventariação dos custos externos associados ao mesmo cenário de transporte de um contentor de 40 pés. As externalidades identificadas estão de acordo com a bibliografia consultada sobre este tema, sendo que é sempre possível usar outra matriz de externalidades ou um nível de agregação menor das mesmas.

3.2 Classificação de custos

Os custos de possuir e operar um camião ou uma frota de camiões podem ser classificados de diversas maneiras: custos de capital ou de operação, custos fixos ou variáveis, custos diretos ou indiretos, custos evitáveis ou inevitáveis, custos pecuniários ou não pecuniários, custos médios ou marginais, custos atuais ou futuros, custos fiscais ou económicos, custos integrais ou parciais, custos de mercado ou não regulados, custos internos ou externos, custos percebidos ou reais, etc. (Lauria, 2003).

Essas classificações não constituem mera semântica. A gestão corrente e o atendimento ao cliente, as decisões sobre a operação baseadas no custo podem ter um grande impacto sobre a organização da empresa.

Na área dos transportes, a grande divisão é efetuada entre os custos internos (empresa) e externos (social).

Para a gestão de uma frota e dos serviços que executa é necessário o conhecimento pormenorizado dos custos de operação, a fim de responder às necessidades dos clientes ao menor preço, de acordo com as suas necessidades e os objetivos da empresa a curto prazo, sem sacrificar a saúde económica a longo prazo.

Para compreender os custos envolvidos no transporte rodoviário de um contentor, devem ser consideradas todos os aspetos relacionados com a utilização de um camião e um contentor.

De entre as diferentes classificações possíveis para os custos, foram usadas as seguintes neste estudo:

- Custos internos / externos;
- Custos de mercado / não mercado;
- Custos de operação / capital;
- Custos fixos / variáveis.

Sem tentar ser exaustivo na explicação sobre a divisão de cada um deles, nos parágrafos seguintes resume-se a sua classificação, de acordo com Litman (1999).

3.2.1 Custos internos / externos

Os custos podem ser divididos em custos internos (também chamados do utilizador) e custos externos (também chamados sociais). Os custos internos são suportados diretamente pelo consumidor do bem.

Alguns custos, como o congestionamento do tráfego e o risco de acidentes são externos para os utilizadores individuais, mas são em grande parte suportados pelo sector (utilizadores da infraestrutura rodoviária) como um todo. Se esses custos são considerados "internos" depende da perspetiva. Se a única preocupação é a equidade entre grupos de utilizadores, como é comum em conflitos políticos (um grupo não deve ser forçado a subsidiar outro grupo), então os custos apenas precisam ser internalizados

no nível do sector. Se a preocupação é uma definição mais rigorosa de equidade (um indivíduo não deve ser forçado a subsidiar outro indivíduo) ou a eficiência económica (as pessoas tendem a desperdiçar recursos que recebem de graça), então os custos devem ser internalizados ao nível individual. Uma vez que a eficiência económica é geralmente considerada na tomada de decisões na área dos transportes, as externalidades devem ser definidas, geralmente, ao nível individual (Litman, 1999).

Os custos externos são suportados e impostos aos outros. Desta forma, não são suportados pela pessoa que causa esses custos, o que pode ocorrer se não houver mercado (e custos) para o 'bom' ou 'mau' envolvidos. Um exemplo clássico é o do ar limpo "bom" (ou a poluição do ar "má"). Os custos externos podem ser internalizados, caso os utilizadores compensem adequadamente aqueles a quem o custo é imposto ou paguem uma taxa ou imposto de valor equivalente. As taxas de utilização ligadas ao transporte rodoviário (impostos sobre os combustíveis, taxas de matrícula de veículos e portagens) internalizam alguns custos, mas são menores do que os custos externos totais (Helbling, 2012).

De uma forma geral, todos os estudos que se baseiam em procedimentos de análise económica apropriados, concluem que os veículos e seus utilizadores não pagam significativamente os custos que impõem à sociedade.

As bases da motivação económica para a aplicação de preços, com base no custo marginal de transporte, é relativamente simples de explicar. Quando a existência de custos externos marginais (não suportados pelo tomador de decisão, mas impostos a outros em seu lugar) leva a um desfasamento entre os custos marginais privados e marginais sociais: o equilíbrio do mercado livre e do ótimo não coincidem. Uma Taxa Pigouviana é uma taxa aplicada a uma atividade de mercado que gera externalidades negativas (custos para terceiros). Poderia, então, ser usada com valor igual aos custos marginais sociais, levando a que o consumidor fosse confrontado com os custos privados e os custos externos das suas decisões (Verhoef, 1998). Isso é muitas vezes chamado de "internalização" dos custos externos. Como resultado, o equilíbrio do mercado com impostos corresponderia ao ótimo.

Os custos externos do transporte rodoviário que causam este tipo de análise e que são relevantes incluem os congestionamentos, acidentes, poluição ambiental ou sonora, entre muitos outros.

Embora os custos do congestionamento e dos acidentes permaneçam como internos para o grupo coletivo de utilizadores de veículos motorizados, são uma externalidade. A explicação reside na análise ao nível do utilizador individual: o valor das perdas de tempo e riscos de acidentes que o utilizador do veículo, através de sua presença na estrada, impõe aos outros, são de facto considerados como custos externos.

3.2.2 Custos de mercado / não-mercado

Os custos também podem ser divididos entre custos de mercado e não-mercado. Custos de mercado envolvem bens que são regularmente negociados num mercado competitivo e aberto, tais como veículos, gasolina, óleo. Os custos de não-mercado envolvem bens que não são regularmente negociados em mercados, como por exemplo o ar limpo, o risco de acidente e a tranquilidade (Litman, 1999).

Embora muitos bens de não-mercado tenham um valor significativo, são muitas vezes ignorados ou subestimados em comparação com os custos de mercado.

3.2.3 Custos de operação / Custo de capital

Segundo o State of New Jersey (SNJ, 2002) os custos operacionais são regularmente custos recorrentes relativos a algo que é consumido ou utilizado durante um curto período de tempo, geralmente menos de um ano, e são rotineiramente efetuados para operações em curso. Para a maioria das operações de serviços, salários, ajudas de custo e benefícios constituem geralmente o maior componente dos custos operacionais. Os outros custos operacionais incluem alugueres, *rentings* ou *leasings*, custos de manutenção de rotina, combustível, materiais diversos e pagamentos de juros. Todas estas despesas têm uma coisa em comum: são pagas (com um desembolso) no mesmo

período em que são consumidas. Seguem-se alguns exemplos ilustrativos: o montante da folha de pagamento mensal está relacionado com o 'fornecimento' de serviços do pessoal da empresa durante um mês; o desembolso para um pagamento anual de locação prevê o acesso a esse espaço durante o ano; o desembolso para o pagamento de juros a cada mês permite a "utilização" do bem sobre o qual se efetua o pagamento por mais 30 dias. Para fins de contabilização de todos os custos, os gastos são os mesmos que os custos operacionais, pois o gasto e o custo ocorrem no mesmo período.

Segundo a mesma fonte, a classificação é diferente quando se trata de equipamentos e edifícios, já que a uma expectativa de vida é de vários anos ou mesmo décadas. São considerados custos de capital. Nestes casos, o valor gasto para comprar um camião é esperado que seja "usado" por vários anos. Verifica-se que os gastos não serão iguais aos custos totais. Um sistema de contabilidade baseado em fluxos de conta corrente (ou de caixa) irá registar essa despesa do camião como N no primeiro ano e 0 € para cada um dos seguintes anos de uso.

Pelo contrário, a contabilidade atual efetuada nas empresas tenta combinar o custo com o seu uso real, empregando a depreciação, um método de alocação de custos ao longo da vida útil de um ativo de longo prazo. A depreciação usa três variáveis - preço de compra do ativo, a expectativa de vida útil do bem e o valor residual estimado no final de sua vida útil - para calcular um custo de depreciação anual. Existem vários métodos de depreciação diferentes, mas o método mais comum e simples é a depreciação linear. A depreciação linear é calculada tomando a compra ou preço de aquisição de um ativo, subtraído o valor residual, dividido pelo total de anos produtivos do ativo, ou seja, os anos em que, de forma eficiente, beneficie a empresa (também indicado, por vezes, como 'vida útil').

3.2.4 Custos variáveis e fixos

Os custos variáveis, como combustível, tempo de viagem e os riscos de acidentes são proporcionais ao uso do veículo (Litman, 1999). Os custos fixos, tais como depreciação, seguro, e o registo não variam com o seu uso. A distinção entre fixa e variável depende, muitas vezes, da perspetiva e horizonte de tempo.

Alguns custos, geralmente classificados como fixos, são, na verdade, em parte variáveis: aumentam até certo ponto com o uso de veículos e diminuem quando a utilização do veículo é reduzida. A depreciação, seguro e estacionamento são, em parte, variáveis, na medida em que o aumento de condução aumenta a frequência das reparações e substituição de peças, reduz o valor de revenda do veículo e aumenta os riscos de acidentes de trânsito, bem como o recurso ao estacionamento. Os guias de preços de veículos usados indicam que há uma depreciação relacionada com os quilómetros do veículo, de Y € para N quilómetros totais do veículo. Da mesma forma, os custos de manutenção de veículos mais antigos dependem muito da distância percorrida. De forma similar, veículos em sistema de *renting* têm muitas vezes cláusulas nos contratos de aluguer para "quilometragem excessiva".

3.3 Custos Internos de um TRC

3.3.1 Material circulante

O material circulante é constituído por um trator (a força motriz do conjunto), um semirreboque (que serve para acomodar e suportar o peso do contentor) e o contentor (que abriga a carga a transportar). No texto, o conjunto do trator + semirreboque + contentor será designado pelo diminutivo de TRC.

Cada um destes componentes do TRC pode variar de acordo com uma série de hipóteses, as mais importantes das quais abordadas nos parágrafos seguintes. Da combinação das características dos componentes do TRC resulta a capacidade de carga – em termos de tara – a capacidade de transporte dimensional do contentor, as características físicas que afetam o consumo de combustível, etc.

Na Figura 6 está representado um alçado lateral e inferior de um camião com semirreboque convencional, com um espaço de carga fechado. O alçado inferior mostra a disposição das rodas e pneus (14, neste exemplo, não contando com unidades

sobresselentes). A azul, no alçado inferior, estão representados os eixos, eixo de transmissão e diferenciais.

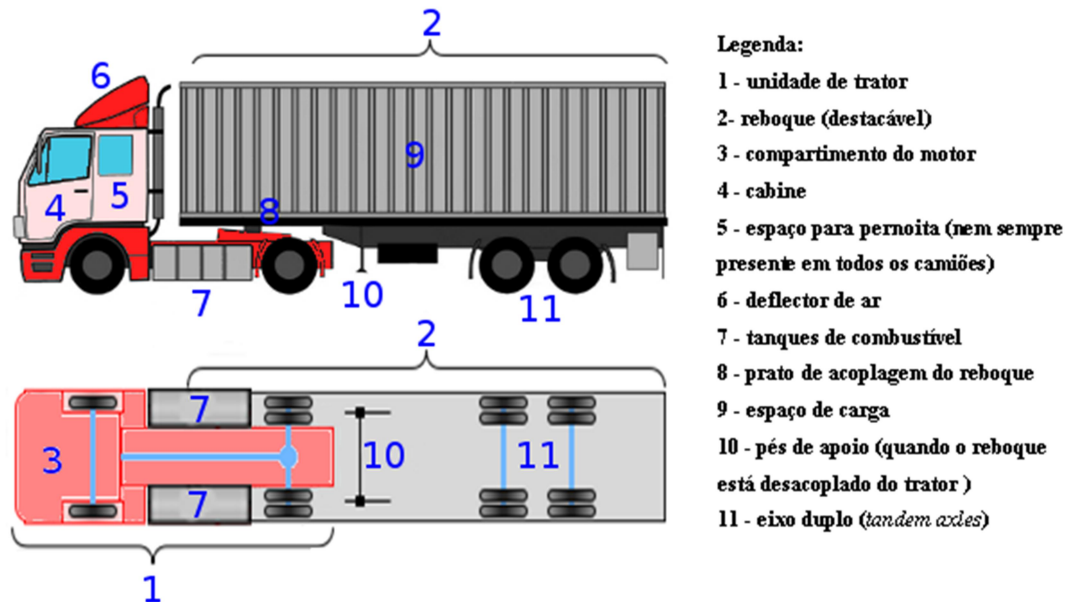


Figura 6: Construção típica de uma unidade TRC.

3.3.1.1 Trator

Um camião com semirreboque é um veículo pesado que consiste numa unidade automotorizada, conhecida como trator ou camião, ligado a um ou mais reboques (também chamado de *semi-trailer* ou atrelado) para transporte de mercadorias.

O trator é o veículo equipado com um motor e com capacidade de reboque suficiente para a carga que tem que transportar. Para transportar um contentor é preciso um trator para puxar um semirreboque ou reboque, que por sua vez serve de base para o contentor.

Os tratores têm tipicamente dois ou três eixos, embora as unidades destinadas ao transporte de equipamento pesado de obras e construção possam ter até 4 ou 5 eixos, podendo ser alguns basculantes para circular em posição subida quando efetuam circulação sem carga.

Os tratores mais comuns têm um eixo de direção e dois eixos de carga. O prato de acoplagem do semirreboque normalmente permite uma basculação perpendicular aos eixos, para poder efetuar um ajustamento do peso que irá ser suportado pelos eixos traseiros do trator.

Na Europa, normalmente apenas o eixo traseiro do trator tem rodado duplo por cubo, enquanto nos semirreboques, cada vez mais, são usadas rodas maiores e mais largas nos eixos. A Road Safety Authority (RSA, 2015) e Aurell e Wadman (2007) indicam nos respetivos estudos que a combinação mais frequente é um trator com dois eixos e um semirreboque com três eixos, o que dá um total de 5 eixos por viatura e 12 rodas (rodado duplo no eixo traseiro do trator).

O trator, como qualquer veículo a motor, é vendido com uma gama de acessórios, desde o equipamento auxiliar de condução para melhorar a vida e conforto a bordo, o tipo de cabine, defletores, sistemas de exaustão e componentes elétricos ou mecânicos de acordo com o serviço a que se destina.

A cilindrada do motor varia normalmente entre 11 litros (11.000cc) e 15 litros (15.000cc), no mercado europeu, mas o modelo mais utilizado para o transporte de contentores é de 13 litros (valores de referência dos diferentes catálogos dos modelos das diferentes marcas que comercializam tratores, tal como Scania série R e EGR, MAN modelo TG_, Renault modelo Kerax, Volvo modelos FM_ e FH_, Mercedes modelos Actros e Iveco modelo Eurocargo). A escolha do motor tem um impacto direto sobre o consumo do TRC. De entre todos os fatores, como a marca e o modelo, tipo de cabine, acessórios, número de eixos e número e tipo de pneus, o mais importante para a economia de combustível deve começar com "o dimensionamento correto" do motor. Pode um motor de 11 ou 13 litros ter potência suficiente para executar a tarefa a que se destina em vez de um motor de 15 litros? Se assim for, numa utilização normal, selecionando o motor menor, poderiam permitir a poupança de 6400 litros de combustível por ano, para uma viatura que percorresse cem mil quilómetros (gráfico 1). O motor pode ter uma potência entre 375 e 450 cavalos, mas normalmente os modelos usados são dotados de uma potência em torno dos 420Cv.

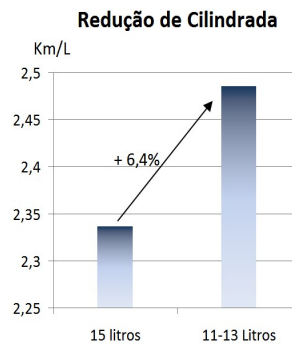


Gráfico 1: Poupança de combustível por redução da cilindrada do motor. Fonte: Peterbilt Motors Company, 2009.

Normalmente, o atrito aerodinâmico pode ser melhorado com extras existentes no mercado, após a compra do veículo. Os extensores de cabine na parte de trás da mesma têm alguma capacidade de redução de atrito aerodinâmico no espaço entre o trator e o semirreboque, assim como as saias e defletores inferiores para a carroçaria. Por trás do semirreboque, também as saias laterais e na parte de baixo, têm demonstrado capacidade para reduzir o atrito aerodinâmico.

O peso indicativo de um trator MAN TGX 6x2 é de cerca de 9.500 Kgs e as suas dimensões em planta são de 7,24 metros x 2,49 metros.

3.3.1.2 SemiRreboque

Enquanto o trator é o elemento motorizado do TRC, o semirreboque tem a função de suportar e acomodar a carga, que é colocada neste. A sua dimensão estará em concordância com o contentor a transportar, pelo que, normalmente, varia entre o tamanho para transportar um contentor de 20 pés e um de 40 pés. É normal encontrar-se unidades de semirreboque preparadas para transportar contentores de 20 pés e de 40 pés.

Conforme o semirreboque seja adequado para um contentor de 20 ou de 40 pés, poderá ter dois ou três eixos, respetivamente, variando entre 2 e 4 rodas por eixo (rodado simples ou duplo). Os pneus típicos de um semirreboque são os 315/80 R22.5 (Goodyear, 2011).

Alguns semirreboques têm um eixo duplo (*tandem axle*) na parte de trás, cada um com duplo rodado por cubo, ou seja, 4 rodas por eixo. Muitos semirreboques têm este eixo duplo com a funcionalidade de poder ser ajustado a sua posição, por forma a adaptar-se à carga a transportar.

O valor máximo permitido por semirreboque é 36.000 kg, sem a concessão de uma licença especial (Decreto-Lei n.º 99/2005 de 21 de Junho). O peso indicativo para um semirreboque de 12 metros é de 10.000 Kgs.

As dimensões do semirreboque podem variar em concordância com o tipo e quantidade de carga a transportar, estando normalmente limitado, em largura, a 2,6 metros. A dimensão para o transporte de um contentor de 40 pés é de 2,40 x 12,2 metros, sendo que de acordo com o Código da Estrada, a distância entre a parte traseira do semirreboque e o ponto de engate ao trator não pode ser maior do que 12 metros.

3.3.1.3 Contentor

O contentor intermodal é uma caixa com estrutura de aço e chapa laminada, reutilizável e que respeita uma série de características padronizadas. Pode ser simplesmente chamado ‘contentor’ ou, optando-se por designações mais internacionais, *freight container*, *shipping container*, *sea can*, *hi-cube container*, *box*, *conex box*.

É usado para a segurança, eficiência, acomodação e movimento de materiais e produtos no contexto de transporte de carga intermodal.

O contentor de transporte de aço padronizado teve a origem na década de 1950, quando os operadores de navegação comercial e os militares dos EUA começaram a desenvolver este tipo de unidade de transporte. Este modo de transporte de logística foi inicialmente apelidado de *Container Express* e foi depois abreviado para *Conex*. Atualmente, esta abreviatura passou a fazer parte do léxico do Inglês Americano.

O contentor revolucionou o transporte de cargas na década de 60 (Rodrigue, 2013), quer ao nível das linhas marítimas, quer ao nível do comércio mundial e do funcionamento dos portos. O aspeto intermodal do contentor deriva de poder ser movimentado de um

modo de transporte para outro, sem ser necessário descarregar e voltar a carregar o seu conteúdo.

Os contentores podem ser transportados por navio porta-contentores (*Vessel* ou *Mega Vessel*, dependendo do tamanho), camião, semirreboque e comboios de carga, como parte de uma viagem única sem que haja basculação da sua carga e com transferência entre os modos de transporte com guindastes de contentores, nos terminais (portos marítimos ou em portos secos).

Conforme documento técnico sobre contentores da Hapag-Lloyd (2009), a norma ISO 6346 regulamenta as suas dimensões (desenvolvida entre 1968 e 1970). O seu comprimento pode variar entre 2,4 metros (8 pés) e 17,1 metros (56 pés) e a altura entre os 2,4 metros (8 pés) e os 2,9 metros (9 pés e 6 polegadas).

Referindo a Drewry Maritime Research (www.drewry.co.uk), o número de contentores a nível mundial era de 32,9 milhões TEU em 2012 e os mais usados são os de 20 e 40 pés. O contentor de 20 pés (20 *feet* ou TEU) serve de referência, já que a capacidade agregada de um contentor é normalmente designada como *Twenty-foot Equivalent Units* (TEU) ou seja, a capacidade igual a um contentor padronizado de 20 pés x 8 pés (6,1 x 2,4 metros) – comprimento x largura. Dois TEU é o equivalente, em tamanho, a um *forty-foot equivalent unit* (FEU).

Verifica-se que existem adaptações de contentores aos diferentes mercados e aos modos de transporte que operam nesses mercados. Por exemplo, o mercado dos USA e Canadá utiliza normalmente unidades mais longas, entre os 48 pés e os 53 pés (Transport Canada, 2006). No mercado europeu, os contentores '*pallet wide*' são cerca de 13 centímetros mais compridos do que contentores normais, para maximizar o transporte de Euro Paletes (Larsson, 2009).

O contentor típico está equipado com portas numa das extremidades, a estrutura é metálica e é revestida por chapa de aço corrugado com tratamento anticorrosão.

O termo TEU não é uma medida de massa (ou de peso em linguagem corrente). Para um contentor de 20 pés (TEU) a massa máxima é 24 toneladas. Se for subtraída a própria massa do contentor, a carga máxima do TEU é de aproximadamente 21.600 quilos. Para um FEU a massa pode ser um máximo de 30.480 quilos, à qual se subtrai a massa própria obtendo uma carga máxima com a massa de 26.500 quilos.

Os custos do contentor são os associados com a compra do contentor e os do seu uso corrente, ou seja, custos de exploração. Estes custos contemplam uma parte fixa (de capital e depreciação) e uma parte variável (manutenção e reparações, seguros, limpeza e inspeções obrigatórias).

O preço de compra do um contentor novo e a sua depreciação representam a maioria dos custos fixos. Dependendo do tipo de carga, os meios de transporte em que é usado e a intensidade do uso, um contentor pode durar entre 10 a 15 anos (Konings, 2005). Estes fatores são também relevantes para os custos variáveis, em particular os de manutenção e reparação.

Como os custos fixos assumem uma grande percentagem dos custos totais, o preço de compra do contentor é de particular importância para os custos de exploração. Os preços dos novos contentores diminuíram drasticamente desde meados da década de 1990. O preço de um contentor padrão de 20 pés caiu de 1825 € em 1995 para 1150 € no ano 2000. A partir desse momento, os preços permaneceram relativamente estáveis, nesse nível baixo, mas o aumento do preço do aço associado a uma forte procura por novos contentores têm impulsionado o preço dos TEUs novos desde 2004, para 1450 € (Foxcroft, 2004). No mercado nacional, o preço de referência de um contentor marítimo de 20 pés em 2015, é de 2600 € + IVA (Fonte: empresa Comod).

3.3.2 Combustível

Os camiões utilizados para o transporte de carga na Europa e, mais especificamente, em Portugal, utilizam gasóleo como combustível.

Os dois principais aspetos a serem considerados no cálculo do custo do combustível são o consumo verificado num determinado modelo e o preço. Para o primeiro contribuem diversos aspectos, que são discutidos nos parágrafos seguintes, tais como os problemas aerodinâmicos para os vários atritos que influenciam o movimento, as características internas e externas do movimento (velocidade, gradientes, as condições climáticas, etc.).

Considerando o preço e o consumo de combustível, este normalmente representa 30% dos custos operacionais totais em transporte de mercadorias (Freight Best Practice Consortium, 2008).

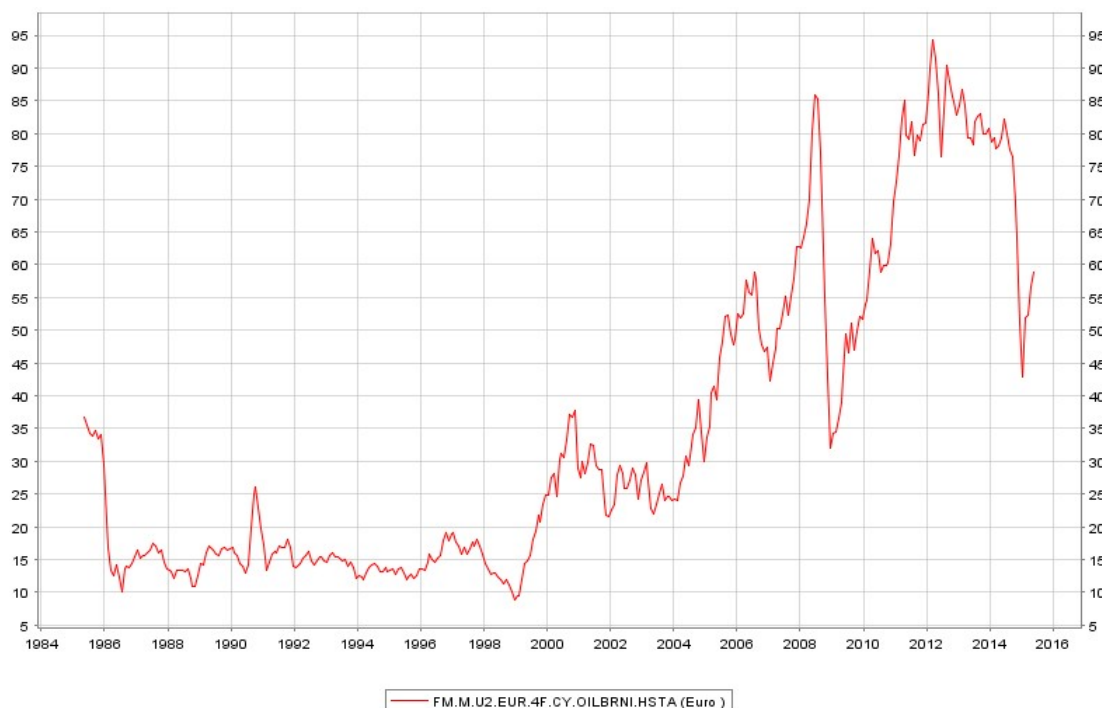


Gráfico 2: Variação do preço do barril de crude, de 1984 a 2015. Fonte: European Central Bank (www.ecb.europa.eu).

Atendendo à variação do preço do gasóleo em Portugal nos últimos anos, diretamente relacionado com a variação do preço do petróleo no mercado internacional, podemos concluir que não há uma tendência clara ou um padrão para os preços dos combustíveis (gráfico 2). Assim, o melhor valor para o preço do combustível é a utilização de um preço atual ou uma média de um período recente, a menos que haja outra previsão de preços futuros para o período considerado. Considerando a média do preço dos últimos dois anos (gráfico 3), podendo haver variações de preços entre as estações de serviço das grandes marcas (Galp, Repsol, Cepsa, BP, etc.) e as empresas de combustíveis 'low-cost', o valor seria 1,35 € (preço de venda ao público, impostos incluídos). No caso da atividade de transporte de mercadorias, o IVA do combustível é dedutível, por isso deve ser considerado o preço antes de IVA, ou seja $1,35 \text{ €} / 1,23 = 1,10 \text{ €}$ (considerando-se a taxa de IVA em vigor neste momento em Portugal).

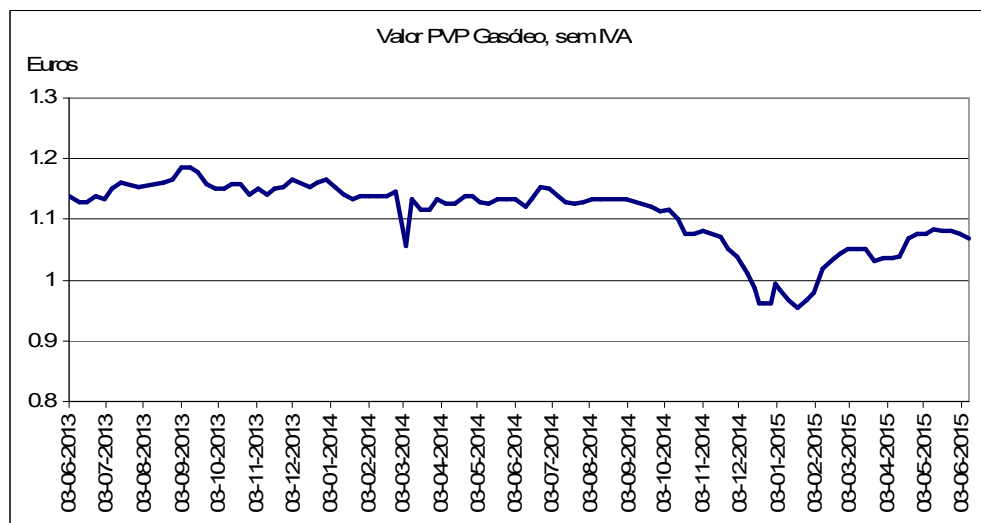


Gráfico 3: Variação do preço do gasóleo de junho de 2013 a junho de 2015, PVP sem IVA. Fonte: Tabelas semanais da Petrolgal.

Note-se que em Portugal não há gasóleo profissional ou combustível a um preço abaixo do P.V.P. para uso profissional - carga, passageiros, etc., embora seja uma reivindicação antiga dos profissionais do sector dos transportes (diversas notícias da ‘Transportes em Revista’, ANTROP, ANTRAM).

Como mencionado acima, o consumo de combustível na utilização do TRC é influenciado por muitos fatores. Normalmente, o consumo varia entre 28 e 40 litros por 100 Km (valores de referência dos diferentes catálogos dos modelos das diferentes marcas que comercializam tratores), mas pode chegar a valores mais elevados em condições meteorológicas adversas, utilizando contentores de 40 pés no limite de sua carga de tara, usando semirreboque com número de eixos / rodas maiores do que o normal, unidades motoras desproporcionais para a carga a rebocar, etc.

3.3.2.1 Fatores que influenciam o consumo de combustível

Há muitos fatores relacionados com os veículos motorizados que influenciam o consumo de combustível. Se os fatores são muito diferentes, as variáveis que os influenciam são ainda mais. No entanto, efetuar a análise pormenorizada dessas

variáveis não é um objetivo da presente tese. No anexo 2, é efetuada uma análise mais aprofundada sobre a influência de cada fator.

O consumo de combustível é uma função da potência necessária nas rodas e eficiência global do motor + acessórios + sistema de transmissão, de acordo com a Goodyear (2011).

De acordo com Ronney (1990), o consumo de combustível (energia) é influenciado por vários fatores. Para mover continuamente um veículo e vencer os diferentes atritos na deslocação numa estrada, o motor deve superar várias forças primárias:

- Eficiência termodinâmica do motor para transferir o calor em energia mecânica, sendo que as perdas mecânicas resultam de atrito no interior do motor e no sistema de transmissão.
- A resistência ao rolamento devido ao efeito pneu / pavimento para cada roda (atrito entre os pneus e a estrada);
- A resistência do ar: efeito da velocidade e forma aerodinâmica (também chamado de resistência aerodinâmica);
- Resistência do gradiente: efeito da inclinação da estrada e massa do veículo (subidas, mudanças na elevação da estrada);
- Resistência da inércia e resistência de força lateral: efeito da massa do veículo e aceleração;
- Perdas na cadeia motriz do veículo (por exemplo, na transmissão);
- Perdas de energia nos acessórios resultantes de alternadores em funcionamento (direção assistida, ar condicionado, ventiladores, frigorífico, etc.).

De acordo com Hughes (2015), para as operações de um veículo típico, cerca de 80% da energia do combustível é consumida por perdas termodinâmicas, perdas na transmissão e acessórios de condução. Os restantes 20% são utilizados para superar as forças resistentes, incluindo mudanças de velocidade, variações de gradiente vertical, resistência ao rolamento e resistência aerodinâmica.

3.3.3 Despesas diversas com lubrificantes

O óleo de motor e as soluções anticongelantes constituem lubrificantes cujos custos têm de ser contabilizados, embora não existam estudos sobre o custo médio dos lubrificantes na manutenção e condução em camiões.

Conforme referido em www.dieselnet.com, as fontes de consumo de óleo em motores contemporâneos de combustão interna consistem no sistema de segmentos-pistão-câmaras de combustão, o turbo compressor, as vedações das hastes das válvulas e no sistema de ventilação do cárter (figura 7).

Os fabricantes costumam recomendar longos intervalos para mudar o óleo do motor (supondo que a condução é sobretudo em vias rápidas) e considerando que a condução em cidade corresponde a condições "extremas", exigindo substituições mais frequentes.

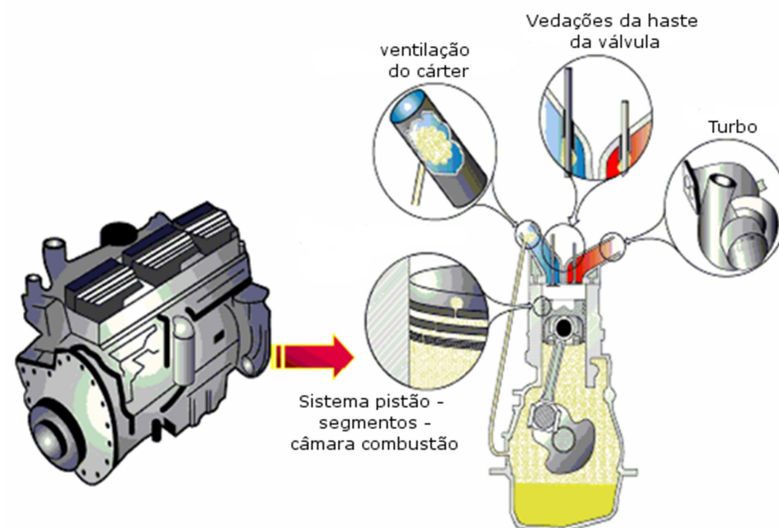


Figura 7: Órgãos de um motor onde se verifica perdas de lubrificantes. Fonte: www.dieselnet.com

Conforme referido no estudo da PHH Information Consulting Services (1999), as despesas diversas com lubrificantes representam geralmente até 5% do total dos custos anuais de combustível, por isso, pode ser indexado como 5% do custo do combustível (por quilómetro, 100 km, ou outra medida de referência).

3.3.4 Custos com desgaste e substituição de pneus

Tal como acontece em outros veículos rodoviários motorizados, um TRC tem custos com o desgaste e substituição de pneus, que são substituídos, caso não haja nenhum incidente que condicione o seu ciclo de vida normal, num intervalo de X Km.

Normalmente um TRC usa dois tipos de pneus diferentes: uma medida para o trator e outra para o semirreboque – mas pode haver casos em que as medidas dos pneus sejam iguais (de acordo com os catálogos das diferentes marcas e Goodyear, 2011).

Um trator típico usa duas rodas / pneus no eixo dianteiro e quatro rodas / pneus do eixo traseiro (comercialmente chamado de 4x2). O semirreboque típico para o transporte de contentores de 40 pés tem três eixos, na parte traseira do semirreboque (oposto ao engate do trator). Cada eixo usa duas rodas (2 pneus) com medidas típicas 315/80 R22.5. No total, a unidade típica usa 12 pneus (RSA, 2015). Existem alguns modelos de semirreboque com um eixo basculante, que só é usado quando o semirreboque atinge um dado valor de carga.

Apesar de os rodados duplos serem também comuns (com 4 rodas por eixo), o uso de apenas duas rodas com pneus mais largos, conhecidos como '*super single*', em cada eixo, de acordo com a Carbon War Room e Trimble (2012), tem vantagens que leva o mercado a preferi-los (mesmo que haja também desvantagens associadas). Com o aumento dos esforços para reduzir o consumo dos combustíveis derivados de petróleo e as emissões de gases de efeito estufa, o uso de pneus *super-single* ganhou vantagem perante a solução de rodado duplo por eixo. A primeira vantagem é que os *super single* permitem reduzir o consumo de combustível, que pode chegar até aos 10% (www.eex.gov.au). Esta economia acontece porque menos energia é desperdiçada com um menor flexionamento das paredes laterais do pneu. Em segundo lugar, quanto mais leve o peso total dos pneus, maior o rácio que fica para a carga que o camião pode transportar. A terceira vantagem é que uma única roda por extremidade do eixo exige menos esforços da unidade de travão, o que permite um arrefecimento mais rápido e reduz a fadiga dos travões.

O maior custo associado à manutenção corrente de um veículo, excluindo acidentes e avarias, é a substituição dos pneus (Dario *et al*, 2014). Os custos anuais do desgaste normal com pneus são calculados utilizando a distância total anual de utilização do

veículo e a distância padrão de pneu usado, para cada pneu (adaptado de Berwick e Farooq, 2003).

A fórmula é:

(total de quilómetros anuais percorridos) / quilómetros padrão de utilização dos pneus x número de pneus no TRC x custo unitário padrão por pneu

Se o objetivo é o de calcular o custo por quilómetro, a fórmula é

(número de pneus x custo unitário do pneu) / quilómetros padrão de utilização dos pneus

De acordo com o KOTI – The Korea Transport Institut (2001), o valor de referência para a duração de um pneu novo é 60.000 Km.

No mercado, há sempre a possibilidade de usar os pneus recauchutados, que têm um custo mais baixo por unidade de substituição.

Em condições reais, não existe uma garantia de que um TRC use apenas pneus novos, verificando-se que utiliza uma mistura de novos e recauchutados, sendo relativamente difícil, nestas condições, estimar o custo do consumo de pneus. Por exemplo, o KOTI (2001) estima um custo entre 1 e 2 cêntimos por quilómetro para os pneus, o que parece um pequeno intervalo, mas quando os cálculos são feitos ao ano, para um veículo que percorre 100.000 quilómetros, dá uma amplitude total entre 10 e 20 mil euros. Um pneu R22.5 315/80 típico pode custar, no mercado, entre 270 e 785 euros (Fonte: preçário da Pnucity - www.pnucity.com), de acordo com a marca e modelo escolhido.

3.3.5 Os custos do trabalho

Os custos de trabalho numa empresa de transportes associados à operação de um TRC podem ser diversos, desde o suporte administrativo à gestão de operações, manutenção, condução, etc. No entanto, no caso em estudo, será apenas considerado o custo do

trabalho com o motorista para conduzir o TRC, não considerando os demais custos de estrutura (onde se poderia incluir a restante mão-de-obra).

De acordo com o IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes (www.imtt.pt), o Decreto-Lei n.º 13/2006, de 17 de Abril e o Despacho n.º 10011/2007, de 28 de Março, para a condução de um TRC obriga a que o motorista seja detentor de uma carta de categoria C válida, ou C+E (dependendo da existência de semirreboque com peso bruto superior a 750 Kg). A categoria C abrange veículos pesados de mercadorias (sem limite de peso), a que pode ser atrelado um reboque com peso bruto até 750 kg. Para obtenção desta categoria (através de inscrição em escola de condução e processo de avaliação), é necessário que previamente se seja titular da categoria B (ligeiros), residir em território nacional, não estar inibido ou proibido de conduzir, ter aptidão física, mental e psicológica, possuir 21 anos de idade (18 anos se possuir o CAP que comprova a frequência de curso de formação de condutor de transportes rodoviários de mercadorias). Esta carta tem que ser revalidada dentro de uma certa periodicidade (dependendo da idade do condutor). Se tal não for efetuado, o título de condução caduca, inibindo a condução de veículos da(s) categoria(s) em causa enquanto não estiver concluído o processo de revalidação.

Ainda de acordo com as mesmas fontes, a carta de categoria C+E permite a condução de veículos da categoria C - pesado de mercadorias sem limite de peso - e reboque (categoria E) com peso bruto superior a 750 kg, ou conjunto de veículos formado por trator e semirreboque sem restrição de peso. Só pode obter a categoria C+E quem já for detentor da categoria C. A partir dos 65 anos de idade, existe a restrição na habilitação para conduzir estes veículos até ao peso bruto máximo de 20.000 kg. O termo de validade de habilitação (C+E), ocorre nas datas em que o titular perfaça as idades de 40, 45, 50, 55, 60, 65 e posteriormente de 2 em 2 anos. Faz parte do processo de revalidação a entrega de comprovativo médico da aptidão física e mental. Tal como para a carta de categoria C, as regras de caducidade são iguais.

Para o exercício da profissão de motorista de determinados veículos rodoviários pesados de mercadorias (www.imtt.pt), para além da carta de condução, é obrigatória a carta de qualificação (CQM), a qual é emitida mediante a apresentação do certificado de aptidão para motorista (CAM). O CAM é obtido mediante a frequência de um número de horas

definido de formação e avaliação final (estipulado no Decreto-Lei nº 126/2009, havendo uma série de requisitos a cumprir, tal como o comprovativo de bom estado de saúde ou aprovação em teste psicológico). A formação é comprovada através do certificado de formação profissional indispensável para o motorista efetuar um exame escrito ou oral organizado pelo IMTT. Após aprovação no mesmo, é emitido o Certificado de Aptidão para Motorista (CAM), indispensável na obtenção da carta de qualificação de motorista - CQM.

O certificado de capacidade profissional é válido por 5 anos, pelo que é obrigatória a formação contínua de 5 em 5 anos para revalidação do CAM. O custo de emissão atual é de 30 € para além dos custos de formação.

O salário base de um motorista é influenciado pelo tipo de serviço que vai efetuar. A grande divisão é entre o transporte nacional e o transporte internacional. Em consulta a empresas do sector (Luís Simões, Tracar, Pardieiro), foi possível aferir que os custos para a empresa variam entre os 1250 € / mês (salário bruto, subsídio de alimentação e taxas suportadas pela empresa, considerando os duodécimos de subsídio de férias e de natal como parte dos custos mensais) para um motorista que efetua serviço em território nacional e os 2000 € para um motorista que efetua serviço internacional. Outros fatores podem pesar na contratação, como a experiência, localização geográfica, tipo de certificados versus carga a transportar, etc.

3.3.6 Seguro

De acordo com o Decreto-Lei N.º 522/85, atualizado pelo Decreto-Lei n.º 122/2005, um TRC necessita de vários seguros para circular. Um seguro de responsabilidade civil para o trator e para o trailer circularem nas vias públicas e o seguro da carga transportada. Enquanto para o seguro de responsabilidade civil é fácil aferir os valores correntes de mercado, para a carga o seguro está intrinsecamente relacionado com a natureza da mesma. O seguro de responsabilidade civil cobrirá o seguro para o condutor e o seguro para os danos no veículo (é considerado como veículo o conjunto de trator e semirreboque).

O seguro de um veículo pesado de mercadorias pode variar bastante de valor, de acordo com uma série de fatores que são considerados e que mudam de empresa para empresa seguradora. Contudo, normalmente incidem sobre as hipóteses:

- Seguro para circulação nacional ou internacional?
- Pesado de carga articulado ou não? Tipo de veículo.
- Condutor (idade, data da carta de condução, morada da empresa).
- Dados do veículo (ano, data da primeira matrícula, marca / modelo, cilindrada, peso bruto).
- Tipo de cobertura: responsabilidade civil (tem um valor mínimo obrigatório de 1,8 milhões de euros, sendo o recomendado 50 milhões de euros) e danos próprios (considerando o valor do veículo e os extras do mesmo).

Para o semirreboque, são igualmente considerados dados como a marca, peso bruto e o valor. Outros fatores como a franquia do seguro ou as coberturas de riscos específicos podem também ser tidos em linha de conta.

Um seguro de responsabilidade civil para um trator com 450 Cv e reboque de um atrelado para transporte de contentores de 40 pés, tem atualmente um custo indicativo anual de cerca de 2000 €, dentro de pequenas variações, sujeito às leis do mercado e do histórico do condutor / empresa contratante do seguro, conforme já indicado.

O seguro é calculado como:

Responsabilidade + seguro de cobertura total (= seguro do condutor + seguro de carga + seguro de danos do veículo),

Onde, seguro de danos Veículo = Preço do veículo x índice de seguro para o tipo de veículo.

3.3.7 Custos de reparação e manutenção

Os diversos sistemas elétricos e mecânicos dos veículos automóveis, com o uso e envelhecimento, sofrem degradação e deixam de ter condições normais de funcionamento.

A manutenção destina-se a assegurar o correto funcionamento dos diversos órgãos de um veículo, prolongando a duração da sua utilização e garantindo que a cada momento pode disponibilizar o seu rendimento máximo (CEN, 2010). Partindo do princípio que todos os veículos automóveis são projetados e construídos com as características necessárias para desempenhar as funções para as quais foram concebidos, é através da manutenção que se executam uma série de tarefas que permitem manter as características iniciais dos veículos, ao longo do seu ciclo de vida.

Os custos de manutenção são normalmente estimados com base no planeamento recomendado de manutenção do fabricante do equipamento. Os custos de reparação e de manutenção incluem a manutenção programada e as reparações não programadas. Na literatura, a manutenção programada e reparações não programadas são normalmente incluídas em conjunto. Barnes e Langworthy (2003) apresentam uma gama de 3,4 a 7,1 cêntimos por quilómetro (sem pneus).

3.3.8 Custos de depreciação e amortização

Para calcular os custos de depreciação, a primeira decisão é o número de anos que o equipamento em causa vai servir em perfeitas condições. Este período em que uma entidade espera que um ativo esteja disponível é tecnicamente designado por ‘Vida Útil’, de acordo com Vasconcelos e Pinto (2013).

$\text{Custos de Depreciação} = \text{Valor Temporal do Dinheiro} / \text{anos de uso (N anos)}$

onde

O Valor Temporal do Dinheiro é a diferença entre o Valor Inicial e o Valor Final.

O valor inicial é obtido multiplicando o valor do equipamento por $1 + \sum$ taxa de inflação x anos e o valor final é obtido pela multiplicação do valor inicial pelo valor final da multiplicação da taxa de inflação ao ano.

Conforme previsto no Decreto Regulamentar n.º 25/2009, de 14 de setembro e no código do IRC ([/info.portaldasfinancas.gov.pt](http://info.portaldasfinancas.gov.pt)), as taxas máximas mais usuais em Portugal, para veículos pesados e semirreboques para transporte de mercadorias é um prazo de 4 anos para amortização do capital (uma taxa anual de quota constante de 25%).

3.3.9 Portagens

Uma portagem é uma taxa paga pelo uso de uma via ou de uma rede de estradas. As taxas podem ser aplicadas em troços individuais (estradas com portagem) ou partes de uma rede (por exemplo, os encargos dos condutores nas estradas da Alemanha e Áustria ou o cordão de portagens em torno de uma área urbana) – Sigurbjörnsdóttir *et al* (2009). Este tipo de taxas apresenta dois objetivos na sua génese: o financiamento da construção, operação e manutenção da estrada e a regulação do tráfego numa estrada / rede de estradas.

Nas estradas com portagens, todos os veículos que nelas circulem são taxados. No entanto, quando são partes da rede de estradas a ser taxadas, o preço é normalmente restrito a veículos pesados de mercadorias (Sigurbjörnsdóttir *et al*, 2009). Neste último caso, aos veículos que causam maior poluição podem ser cobradas taxas mais elevadas, a fim de reduzir as emissões.

A forma como as taxas são calculadas está definida no contrato de subconcessão de cada uma das concessionárias. Os princípios gerais de cálculo para todos os contratos é o seguinte: as taxas são calculadas através da multiplicação de uma tarifa única por quilómetro pelo número de quilómetros percorridos; ao valor resultante desta da multiplicação acresce o IVA à taxa legal em vigor (23% atualmente). Como os valores são arredondados a múltiplos de 5 cêntimos, o arredondamento será para mais ou para menos dependendo do valor que estiver mais próximo do valor de partida.

A taxa de portagem varia de acordo com certas características dos veículos, existindo 4 classes (tabela 1), de acordo com os seguintes critérios (www.brisa.pt):

- . Altura do veículo medida à vertical do primeiro eixo;
- . Número total de eixos do veículo.

Esquemáticamente, pode-se resumir a forma de classificação das viaturas através da seguinte tabela:












Classe	Altura Vertical 1º eixo	N.º eixos	Tipo de veículo
1	< 1,10 m	2 ou mais	   
2	≥ 1,10 m	2	  
3	≥ 1,10 m	3	 
4	≥ 1,10 m	4 ou mais	 

Tabela 1: Classificação das viaturas no sistema de portagens português. Fonte: Brisa (www.brisa.pt).

Um TRC está na classe 4 de portagens, dado ser um veículo com mais de 4 eixos.

3.3.10 Consumo de DEF

Diesel Exhaust Fluid (DEF ou a designação popular de AdBlue) é uma solução aquosa de ureia, de origem sintética, usada nos sistemas de escape Catalítico de Redução Seletiva (*Selective Catalytic Reduction* - SCR) para baixar a concentração de partículas NO_x (geradas no processo de combustão do combustível) nos gases de escape de motores a gasóleo (www.blue-cat.biz). O DEF não é um aditivo de combustível, mas sim um tratamento químico dos gases de combustão.

O DEF é apenas utilizado em veículos que estejam dotados com um SCR, nomeadamente as últimas gerações de camiões com motores a gasóleo Euro 4, Euro5 e Euro 6.

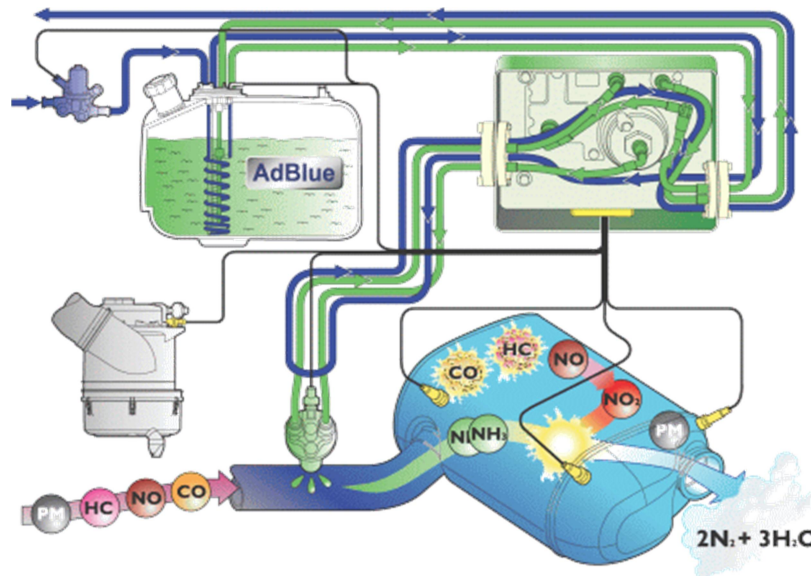


Figura 8: Esquema de funcionamento do DEF (AdBlue) no sistema de exaustão de um veículo. Fonte: Autohoje (www.autohoje.com).

O DEF é armazenado num tanque próprio no veículo e injetado no fluxo de gases de escape através de um sistema de medição, a uma taxa de 3 a 5% do volume do consumo do combustível. Uma unidade de comando eletrónico ajusta a adição do fluido, de acordo com parâmetros tais como a temperatura de funcionamento do motor e velocidade. Na figura 8 está esquematizado o princípio de funcionamento do DEF num veículo. Um camião típico, que percorra 150 mil quilómetros ano, usará entre 1.500 a 2.500 litros de DEF por ano, dependendo do tamanho do motor e consumo de combustível. Este valor representa cerca de 30 a 40 litros por semana, por camião. Para um motor Euro 5, o consumo de DEF será maior do que para um Euro 4, em 5% a 6% do consumo, indexado ao consumo do combustível gasóleo, dependendo das condições de condução, carga e estrada.

Todos os veículos registados a partir de outubro de 2006, devem ser pelo menos compatíveis com a norma Euro 4, com a maior parte a consumir DEF. Não é possível a adaptação do sistema que usa o DEF aos veículos existentes, pelo que apenas os veículos posteriores a outubro 2006 são consumidores deste aditivo (www.thepolarisgroup.co.uk).

EURO III é o padrão de emissão de gases para veículos introduzidos na UE, em 1999, limitando os veículos pesados de mercadorias a emissões máximas de 5 g / kWh de NO_x e de 0,1 g / kWh de PM.

EURO IV é o padrão de emissão para os veículos que foram introduzidos na UE em 2005 e entrou em vigor em 2006. Limita os veículos pesados de mercadorias a emissões máximas de 3,5 g / kWh de NO_x e 0,02 g / kWh de PM.

EURO V é o padrão de emissão para os veículos que foram introduzidos na UE em 2009. Fixa o limite de veículos pesados de mercadorias a emissões máximas de 2,0 g / kWh de NO_x e 0,02 g / kWh de PM.

EURO VI é o padrão de emissão para os veículos que foram introduzidos na UE em 2013. Fixa o limite de veículos pesados de mercadorias a emissões máximas de 0,4 g / kWh de NO_x e 0,01 g / kWh de PM.

O DEF é feito a partir de ureia, que por sua vez é produzida a partir do gás natural, por isso os custos de produção variam de acordo com os preços de gás a nível mundial. Torna-se assim difícil efetuar previsões dos preços do DEF, para além de a curto prazo – algumas semanas- posto que sofre variações sazonais. Uma vez que não é um combustível e não é injetado no motor, mas no circuito de escape após a combustão, não está sujeito a imposto ou a outras taxas.

3.3.11 Licenças e autorizações

De acordo com a informação presente no Decreto-Lei n.º 257/2007, alterado pelo Decreto-Lei n.º 137/2008 e pelo Decreto-Lei n.º 136/2009, bem como o regulamento (CE) n.º 1071/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, em relação às licenças e autorizações que um TRC tem que possuir, resume-se o principal conteúdo nos parágrafos seguintes.

Um camião de transporte de mercadorias deverá ter uma licença de transporte (alvará) e os motoristas possuir formação específica. O pedido de carta custa 350 € e as renovações (de 5 em 5 anos) custam 250 € - preços de referência em Portugal. É difícil

contabilizar os custos de formação e outras licenças, que podem variar muito de acordo com a carga a transportar.

Conforme já referido, é necessária uma licença especial de motorista para operar vários veículos comerciais.

A carga transportada pode implicar requisitos adicionais, a nível das qualificações dos motoristas, tal como a formação e realização de exames para o transporte de líquidos inflamáveis, matérias perigosas, material radioativo, etc. Também estas cargas ‘especiais’ obrigam a formações e custos extra no momento da renovação da licença de condução.

A atividade de transportes rodoviários de mercadorias por conta de outrem, quer internacional quer nacional, em veículos de peso bruto igual ou superior a 2.500 kg, só pode ser exercida por empresas, associações, fundações ou cooperativas com fins comerciais licenciadas pelo IMT.

Este licenciamento é titulado por um alvará ou por uma licença comunitária, emitidos e renováveis, com validade máxima de 5 anos, mediante a comprovação de que os titulares possuem ou mantêm os seguintes requisitos de acesso à atividade:

- Idoneidade (o gestor de transportes e todos os administradores, gerentes ou diretores);
- Capacidade profissional (existência de um gestor de transportes, que pode ser um dos administradores, gerentes ou diretores ou outra pessoa com ligação à empresa, como sócio ou empregado, ou ainda uma pessoa singular, que não pertença aos quadros da empresa, mas que preste o serviço de gestor de transportes);
- Capacidade financeira (9.000 € no primeiro veículo licenciado e 5.000 € ou 1.500 € por cada veículo adicional, consoante se trate de pesado ou ligeiro);
- Estabelecimento estável e efetivo (uma morada em território nacional, que é a sede mencionada na certidão da conservatória do registo comercial ou um outro local onde a empresa conserva os principais documentos, bem como os equipamentos e serviços técnicos).

As despesas associadas ao pedido de licenciamento são o Pedido de Alvará ou Licença Comunitária que custa 350,00 € e os pedidos de renovação de um ou outro tem o valor de 250,00 €.

3.3.12 Inspeções

Os veículos considerados no Decreto-Lei 144/2012 de 11 de julho têm que efetuar uma inspeção periódica obrigatória, para poderem circular nas vias públicas. Fazem parte dessa lista de veículos os tratores de carga e os semirreboques.

A inspeção periódica obrigatória, tanto a primeira como as subsequentes, tem como prazo limite para a sua realização o dia e o mês correspondentes à matrícula inicial da viatura e deve ser efetuada com a periodicidade determinada na lei (pode ser requerida nos 3 meses antecedentes). Visa a confirmação com um carácter de regularidade do conjunto de condições mínimas do nível de serviço, impacto ambiental e de segurança de alguns órgãos do veículo, em concordância com as características originais do veículo, homologadas aquando da introdução do mesmo no mercado.

O custo da inspeção é de 45,72 € para pesados e de 30,54 € para reboques e semirreboques.

O Decreto-Lei n.º 144/2012, de 11 de julho regula as inspeções técnicas periódicas, as inspeções para atribuição de matrícula e as inspeções extraordinárias de veículos a motor e seus reboques, previstas no artigo 116.º do Código da Estrada (Decreto- Lei n.º 72/2013).

Este diploma transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2009/40/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de maio de 2009, relativa ao controlo técnico dos veículos a motor e seus reboques e a Diretiva n.º 2010/48/UE, da Comissão, de 5 de julho de 2010, que adapta ao progresso técnico a referida Diretiva n.º 2009/40/CE.

O controlo regular da manutenção do estado técnico dos veículos é um imperativo comunitário, vertido para a legislação nacional.

Os veículos pesados de mercadorias e aos reboques e semirreboques com peso superior a 3.500 kg efetuam inspeções anuais - um ano após a data da primeira matrícula e, em seguida, anualmente.

Em relação às contraordenações, é aplicado o regime previsto no Código da Estrada - são consideradas contraordenações as seguintes infrações para os pesados de mercadorias:

- A utilização de um veículo sem inspeção periódica ou, nos casos em que tal é obrigatório, sem inspeção extraordinária ou inspeção para atribuição de nova matrícula, que é punida com coima de 250 € a 1.250 €.
- O transporte de passageiros ou de carga em veículo reprovado em inspeção, com deficiências do tipo 2 nos sistemas de direção, suspensão ou travagem, que é punido com coima de 250 € a 1.250 €.
- A circulação com veículo reprovado em inspeção, com deficiências do tipo 3, que é punida com coima de 250 € a 1.250 €.

3.3.13 Outros custos

Dependendo do tamanho da empresa ao qual pertence o TRC, poder-se-á verificar um largo número de custos indiretos (custos que não podem ser especificamente atribuídos a um determinado serviço ou produto). Se se trata de uma empresa unipessoal em que o dono é o próprio motorista - trabalhador por conta própria - os custos com comunicações, limpezas e lavagens, escritório, formação, publicidade, etc., será insignificante. Numa grande empresa, esse custo pode representar uma importante percentagem dos custos operacionais, que é cobrado aos clientes.

3.4. Custos externos não considerados na gestão das empresas de transporte

A Priberam define externalidade como um efeito benéfico ou prejudicial, que uma dada atividade económica tem sobre terceiros, que não estão envolvidos nessa atividade.

As externalidades nos transportes referem-se a uma situação na qual o utilizador ou não paga os custos totais (incluindo os custos ambientais, de tráfego ou de acidentes) da sua atividade de transporte ou não recebe todos os benefícios do mesmo. (Comissão Europeia, 1996).

Verhoef (1998) apresenta uma definição mais precisa: um efeito externo existe quando a utilidade de um agente ou função de produção contém uma verdadeira (não monetária) variável, cujo valor atual depende do comportamento de um outro agente, que não tem em consideração este efeito do seu comportamento no seu processo de decisão.

Habitualmente os cálculos das externalidades são feitos com uma fórmula simplificada (Eriksen, 1999):

$$\text{Custo externo} = \text{custo de unidade} \times \text{grau de prejuízo} \times \text{intensidade} \times \text{volume de transporte}$$

O volume de transporte pode significar diferentes grandezas, de acordo com o que se quer avaliar. Por exemplo, para a medição das externalidades associadas às emissões de CO₂, poderia ser quilómetros por veículo ou tonelada-quilómetro dependendo do modo de transporte em análise.

O grau de dano ou prejuízo está diretamente relacionado com o tamanho do acontecimento, por exemplo, no caso do SO₂ seria o número de mortes devido a doenças provocadas por este gás.

O custo a considerar é o custo infligido à sociedade, resultante de um dado dano.

A determinação do custo unitário baseia-se em três métodos possíveis (Eriksen, 1999), uma vez que na maioria dos casos é difícil determinar diretamente um valor:

- i) A disposição para pagar (*willingness to pay* - WTP). Normalmente significa que uma pessoa (ou a sociedade) tem disposição para pagar e assim evitar ou reduzir certos efeitos ambientais indesejados. Também a disposição para aceitar (*willingness to accept* - WTA) um certo agravamento das condições de ambiente se encaixa aqui. O WTP e WTA são frequentemente medidos por meio de diferentes técnicas de entrevista, por exemplo de análise conjunta.

- ii) Os custos dos danos. O cálculo dos custos dos danos infligidos por diferentes tipos de atividade de transporte depende do estabelecimento de funções dose-resposta, que ligam um certo efeito físico a um certo dano de saúde ou meio ambiente. O custo dos danos, muitas vezes, tem de ser valorizado por meio de métodos WTP, uma vez que vários elementos de custo nem sempre têm um preço de mercado. O método do custo dos danos não pode, portanto, funcionar inteiramente de forma independente, como um método de avaliação.
- iii) Avaliação indireta. Medidas para evitar prejudicar o ambiente são muitas vezes implementadas pelas autoridades estatais ou locais. Os custos destas medidas podem ser interpretados como ‘a disponibilidade da sociedade para pagar a preservação do meio ambiente, a partir de uma ameaça específica’. Se este método é custo-eficiente, leva também ao preço-virtual do recurso ambiente. Esse é o custo de mudar os limites aceites pela sociedade para um recurso.

A questão das externalidades no transporte tem preocupado a sociedade e diferentes entidades, sendo objeto de inúmeros estudos nos últimos anos, conforme referido no estudo da União Europeia, efetuado pela Technische Universitat de Dresden (Becker *et al*, 2012).

As externalidades identificadas em diferentes estudos são bastante diversificadas. No entanto, é possível identificar os principais grupos a que pertencem as externalidades:

- Acidentes;
- Poluição e ambiente (ar, ruído, hidrológico, consumo de recursos);
- Uso do solo (uso do solo, estacionamento);
- Saúde (doenças, óbitos, doenças profissionais);
- Planeamento de transportes e manutenção (congestionamento, manutenção de vias, efeitos barreira).

Rodrigue (2013) identifica e classifica os impactos ambientais do transporte na atmosfera, hidrosfera, litosfera e ecosfera. A lista, adaptada para o transporte rodoviário, é a apresentada na tabela seguinte:

Atmosfera	Ecosfera
<ul style="list-style-type: none"> - Difusão em larga escala de poluentes. - Elevado crescimento, a curto prazo, da concentração de poluentes por causa das condições locais (por exemplo, poluição atmosférica). - Reações fotoquímicas provocadas pelos raios ultravioletas, nomeadamente sobre o ozono, dióxido de enxofre e dióxido de azoto. - Mudanças climáticas (não comprovada). - Chuva ácida. - Efeitos sinérgicos e cumulativos quando os poluentes são combinadas (por exemplo, gases de poluição atmosférica e de efeito estufa). 	<p>Aquático</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alteração dos ecossistemas de maneiras imprevisíveis. - Desaparecimento de espécies vulneráveis e proliferação das tolerantes. - Redução do tratamento bacteriano da matéria orgânica por nitrificação. - Redução de nutrientes disponíveis para as espécies aquáticas. - Impedimentos reprodutivos. <p>Solo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Danos na alteração da vegetação: ciclos hídricos, nível de recursos hídricos subterrâneos, erosão do solo, capacidade de purificação do ar da ecosfera, fontes de alimentos (agricultura) e de entretenimento e danos potenciais no turismo. - Redução do espaço vital. - Redução do potencial genético das espécies. - Redução da oferta de alimentos e alteração da cadeia alimentar. - Consumo de recursos. <p>Humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Odores. - Ruído. - Problemas cardiovasculares e respiratórios. - Susceptibilidade à infeção. - Decréscimo da expectativa de vida. - Lesões, invalidez, hospitalização, morte. - Danos em estruturas: perda da vida útil. (amortização) diminuição do valor de transação, a corrosão de estruturas metálicas (bronze, aço, etc.) a destruição de monumentos históricos e culturais.
Hidrosfera	
<ul style="list-style-type: none"> - Difusão de poluentes em estado dissolvido ou coloidal. - Acidificação e perda de potencial de pH neutro do solo e da água subterrânea. - Descida do PH, que ocorre após o derretimento da neve (os organismos aquáticos são particularmente vulneráveis). - Crescimento da solubilidade de vários metais devido à acidificação. - Adições de compostos orgânicos, alumínio, manganês, cálcio, magnésio e potássio pela drenagem das vias. - Contaminação do solo e da água subterrânea por nitratos. - Modificações de sistemas hidrológicos pela construção e manutenção de infraestrutura. 	
Litosfera	
<ul style="list-style-type: none"> - Deposições ácidas. - Libertação de iões metálicos tóxicos (alumínio, cádmio, etc.) através de acidificação. - Perda de nutrientes, nomeadamente cálcio e magnésio. - Inibição da mineralização do azoto. - Modificações nas composições e profundidade de decomposição dos substratos. - Inibição da função de decomposição. - Perda da flora e da fauna do solo. - Fixação por plantas de metais pesados (por exemplo, chumbo) e contaminação. - Remoção e consumo de solo. - Extração de matérias-primas como produtos minerais e energia. 	

Tabela 2: Impactos ambientais do transporte rodoviário na atmosfera, hidrosfera, litosfera e Ecosfera.

Fonte: Rodrigue, 2013.

Outra forma de analisar as externalidades, de acordo com Rodrigue (2013) prende-se com a escala de seu impacto - local, regional ou global, de acordo com o indicado na tabela 3.

A tarefa de identificar e quantificar as externalidades é impossível de concluir de uma forma meramente científica. É impossível calcular todos os benefícios de uma viagem para as futuras gerações ou as mudanças no clima e padrão de tempo de uma emissão de CO₂ hoje. O principal objetivo desses estudos não se trata de prever com precisão (a ser impossível) externalidades e custos, mas iniciar o processo de acompanhamento e

equilíbrio contínuo entre benefícios e prejuízos para a sociedade, os países e as futuras gerações, com dados de fácil compreensão e utilização.

Escala Local	Escala Regional	Escala Global
Ruído e vibrações	Chuva ácida e deposições ácidas	Mudanças no clima (Dióxido de carbono, CFCs)
Monóxido de carbono		Efeito de estufa (CFCs)
Nevoeiro químico, Óxidos de Nitrogénio, HC/VOC, Partículas, Chumbo		Redução das reservas de combustíveis fósseis
Dióxido de Enxofre, Ozono		
Descargas acidentais e intencionais		
Descargas e fugas de navios porta-contentores		
Construção e manutenção de infraestruturas		

Tabela 3: Escala dos impactos das externalidades provocadas pelo transporte rodoviário. Fonte: Rodrigue (2013).

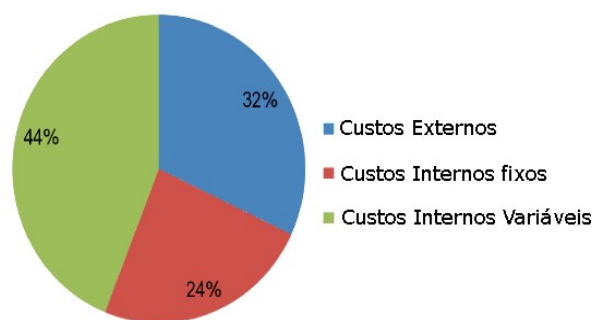


Gráfico 4: Repartição dos custos internos e externos, segundo Litman (2006).

De acordo com Litman (2006), os custos externos do uso dos veículos automóveis são mais elevados do que os custos fixos internos. Considerando os custos internos (variável + fixo), os custos externos representam cerca de um terço do total (gráfico 4).

Os valores não são desprezíveis, por isso, se se examinar mais detalhadamente as externalidades associadas com o transporte rodoviário, e mais especificamente com o transporte de contentores (transporte pesado de mercadorias), as mesmas podem assumir valores de relevo, que poderão ser considerados indiferentes na operação corrente de um TRC, mas que representam custos significativos para a sociedade.

No anexo 3, é efetuada uma análise mais detalhada dos custos externos não considerados na gestão das empresas de transporte, nomeadamente dos seguintes:

- Acidentes;

- Poluição do Ar;
- Efeitos de barreira em peões e ciclistas;
- CO₂;
- Custos de congestionamento;
- Doenças profissionais;
- Consumo de recursos externos;
- Impacto no uso do solo;
- Parqueamento;
- Poluição sonora;
- Valor do solo das estradas;
- Construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas;
- Recolha e tratamento de resíduos;
- Poluição da água e impactos hidrológicos.

3.5 Conclusões

Seguindo as classificações dos custos indicadas em 2.2, apresenta-se a tabela seguinte, para os itens identificados como custos internos e externos necessários para o transporte de um contentor por modo rodoviário.

Os custos externos não são considerados nem conhecidos da maioria das empresas de transporte. Contudo, a sua identificação e possível quantificação são relevantes, tendo em consideração o significado que assumem para certas tomadas de decisão sobre investimentos públicos ou em relação a políticas para o sector. Numa empresa privada, na gestão corrente das operações, apenas os custos internos são tidos em conta para tomada de decisões, verificando-se ainda que, por vezes, nem todos são considerados devido não só ao facto de não serem devidamente conhecidos / identificados, mas também devido à estrutura e dimensão da empresa (quanto menor for a empresa, menor

será a possibilidade de ser efetuado um controlo de custos rigoroso e análise contabilística).

	ITEM	CLASSIFICAÇÃO CUSTO					
		Mercado	Não Mercado	Operação	Capital	Variável	Fixo
Custos Internos	Tractor	X			X		X
	Contentor	X			X		X
	Atrelado	X			X		X
	Combustível	X		X		X	
	Lubrificantes	X		X		X	
	Pneus	X		X		X	
	Mão-de-obra	X		X			X
	Seguro	X		X			X
	Reparação e manutenção	X		X		X	
	Depreciação				X		X
	Portagens	X		X		X	
	DEF	X		X		X	
	Licenças e autorizações			X			X
	Inspeções			X			X
	Acidentes	X				X	
Custos Externos	Poluição do ar (- CO ₂)		X			X	
	Efeitos de barreira em peões e ciclistas		X				X
	CO ₂	X				X	
	Congestionamento	X	X			X	
	Doenças Profissionais	X	X			X	
	Consumo de recursos externos	X	X			X	
	Impacto do uso do solo	X	X				X
	Parqueamento	X				X	
	Poluição sonora		X			X	
	Valor dos solos das estradas	X					X
	Construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas	X	X			X	
	Tratamento de resíduos		X			X	
	Poluição da água e impactos hidrológicos		X			X	

Tabela 4: Classificação dos custos internos e externos, relacionados com a deslocação de um TRC.

Nos custos internos identificados, se a maior parte é relativamente simples de descrever e perceber, como o custo do combustível, outros há que se revestem de enorme complexidade, como por exemplo o consumo final de uma viatura, dado o enorme número de variáveis que o influenciam. Essa complexidade encontra-se bastante latente nos estudos existentes sobre as diversas variáveis, verificando-se que os diferentes autores e entidades usam contextos bastante díspares na incessante tentativa de estudar uma variável e perceber de que forma contribui para o consumo final das viaturas. A título de exemplo, um estudo sobre emissões de uma viatura pesada, realizado na década de 90, com um motor Euro I não terá base de comparação com um estudo realizado atualmente, com um motor Euro V ou Euro VI.

Por outro lado, é difícil isolar uma variável dada a complexidade de fatores que influenciam a deslocação de uma viatura, para além da dificuldade de obtenção de algumas, tais como as características físicas de uma via, secção a secção.

Se as diferentes marcas que comercializam tratores referem, para as viaturas atualmente à venda no mercado, valores de consumo entre os 28 e os 35 litros por 100 Km percorridos, também se constata que, em certas condições extremas de utilização, como no estudo referido no gráfico 24 – Anexo 2-, os consumos chegam a atingir 400 litros / 100 quilómetros (explicados com a variação do gradiente da via, mas também pela tonelagem da carga, tipo de pavimento, pneus usados, condições meteorológicas, etc.)

Apesar desta variação, procedeu-se, neste capítulo, à identificação dos custos internos e externos para o transporte de um contentor por modo rodoviário, permitindo que, de acordo com o indicado no Capítulo 5, se efetue uma matriz de custos, passível de ser usada num modelo que simula a deslocação de um TRC em território nacional, conhecendo assim as diversas grandezas associadas a esse transporte.

Capítulo 4 – O Transporte Marítimo a nível mundial, europeu e nacional.

4.1 Introdução

Para um correto entendimento do papel de um porto como elo de uma cadeia logística e a sua integração no contexto regional (portos de Portugal Continental), torna-se necessário o conhecimento dos portos e de que forma se enquadram no contexto europeu e mundial.

Parte-se assim, neste capítulo, de uma abordagem à forma como o transporte marítimo se encontra estruturado a nível mundial e à escala europeia, numa perspetiva de cada país (e não tanto de portos individualizados), bem como das diferentes tipologias de transporte marítimo na Europa.

Conclui-se o presente capítulo com a apresentação de algumas estatísticas relativas a portos nacionais, caracterização de cada porto, dos terminais existentes e breve análise das acessibilidades.

É a partir deste contexto que se pode enquadrar a vertente funcional de cada porto nacional, dependente do seu *foreland* (destinos marítimos, representados por outros portos, para os quais tem ligações) e da relação com o potencial *hinterland*, das suas características físicas e posição na hierarquia funcional dos portos, sendo que, caso a caso, por tipo de carga, destino / origem no *foreland*, um porto pode assumir diferentes posições na hierarquia referida.

4.2 O TMLD e o TMCD

O transporte em alto mar conhecido como Transporte Marítimo de Longa Distância (TMLD) ou *deepsea*, é o transporte marítimo de carga em rotas intercontinentais, com travessia de oceanos (Pastori, 2015). De acordo com o International Chamber of Shipping (ICS – www.ics-shipping.org) o TMLD inclui cerca de 500 empresas, a nível

mundial, com uma receita anual de quase 9 biliões de dólares, entre as 50 mil existentes na indústria ligado ao transporte por via marítima. A indústria é altamente concentrada: as 50 maiores empresas são responsáveis por quase 95% da receita (www.statistica.com). A indústria de transporte marítimo global transporta mais de 90% do total das mercadorias transacionadas no mundo (ICS). O TMLD é, em si, uma indústria altamente competitiva. Não obstante, a concorrência de outras formas de transporte é limitada.

Os serviços de transporte marítimo de águas profundas incluem o transporte internacional de mercadorias (95% da receita da indústria) e operações de carga e descarga, conhecidas na indústria como estiva (4%). Segundo a ICS, no mundo inteiro, mais de 50.000 navios de grande porte (*vessels*), de propriedade privada, transportam mercadoria através dos oceanos.

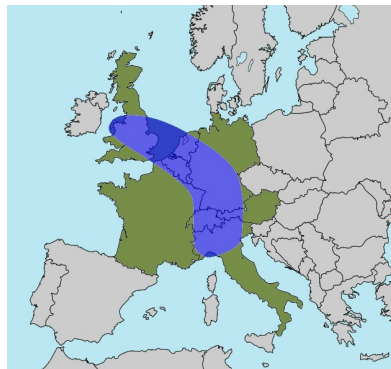
Os navios de TMLD incluem unidades de transporte de granéis sólidos (transportam matérias-primas como minério de ferro, carvão e alimentos), transporte de granéis líquidos, como os petroleiros (transportam o petróleo bruto, produtos químicos e derivados de petróleo), navios porta-contentores, navios de carga geral e navios *Roll on / Roll off* (Ro-Ro), que transportam carga com rodas, como carros, camiões e comboios.

A capacidade de um navio é medida por diversas fórmulas. O Porte Bruto (*Dead Weight Tonnage* - DWT) é o peso total da carga, aprovisionamentos e tripulação que pode ser carregado num navio "vazio". A Tonelagem Bruta (*Gross Register Tonnage* - GRT) mede a capacidade interna total de uma embarcação em toneladas. Um GRT é igual a um volume de 100 metros cúbicos. O petroleiro típico tem uma capacidade entre 250 mil e 350 mil DWT enquanto os navios graneleiros têm, em média, entre 100.000 e 150.000 DWT (Rodrigue, 2013). Os TEUs referem-se à capacidade total de transporte de carga de um navio porta-contentores. O navio porta-contentores tem uma capacidade média de cerca de 4.000 TEUs. Está previsto a entrada em operação de unidades com a capacidade de 21.000 TEUs no ano de 2017 (www.joc.com).

De acordo com a UE (ec.europa.eu), o Transporte Marítimo de Curta Distância (TMCD) é o transporte de mercadorias ou pessoas que se realiza por mar, entre portos situados em estados membros da UE. Pode também ser considerado TMCD o transporte entre portos de países da UE e portos de países não-UE, mas com linhas de costa nos mares

que circundam a Europa (Báltico, Mar Negro e Mediterrâneo). O TMCD inclui tanto o transporte marítimo internacional como o nacional e também os serviços de alimentação ou *feeder* (serviço entre um porto *hub*, onde ocorre concentração de carga, e outro porto de menor importância).

O TMCD é visto pela UE (UE, 2006) como uma forma de mudar o transporte por via rodoviária, com enormes problemas ambientais e de saturação das infraestruturas rodoviárias, em regiões da Europa, sobretudo em alguns corredores na *Blue Banana*. A *Blue Banana* (ver mapa 1) corresponde a uma região rica, de grande poder de compra, centro de consumo e de produção, origem e destino de outros grandes centros mundiais e também de muitas periferias, que vai do norte da Itália até ao Reino Unido.



Mapa 1: A área da *Blue Banana* no espaço europeu. Fonte: www.bigthink.com.

O desenvolvimento do TMCD, sempre foi promovido pela UE desde os inícios dos anos 90 num contexto de salutar cooperação entre modos, com vista a uma concorrência entre cadeias multimodais de transporte, com custos menores (monetários e ambientais) para as cadeias de abastecimento.

O TMCD é uma vertente extremamente dinâmica do transporte marítimo de contentores, pois está diretamente relacionado com o TMLD ao proporcionar o transbordo de e para portos *hub* (através de operações de alimentação num ou em dois sentidos) e é a base de movimentação de carga no tráfego intrarregional (ECORYS, 2013). Com o aumento do volume de tráfego intercontinental e a concentração de chamadas dos grandes navios em portos *hub*, o TMCD tem visto a sua importância crescer.

4.3 Algumas análises sobre a função dos portos em diferentes contextos

Os portos não são todos iguais, apresentando características físicas específicas, quer na parte marítima, quer na terrestre, desde calados máximos, extensões de atracagem, terraplenos, serviços oferecidos, capacidade de processamento de tipos de carga, etc. A multiplicidade de fatores que determinam a capacidade e características dos portos leva a que desempenhem diferentes funções, conforme a rede de transportes e cadeia logística que se analisa.

4.3.1 Portos *hub* e *feeder*

Um porto *hub* é aquele que funciona como porta de entrada continental para os grandes operadores das cadeias logísticas mundiais, com distribuição de carga (num processo de desconcentração) para um extenso *hinterland* e para outros portos, por alimentação dos mesmos (Notteboom *et al*, 2014). O sentido de operação pode ser inverso, tendo assim um extenso *hinterland* que o alimenta e outros portos a alimentar também o porto – num processo de concentração de cargas. São nodos de primeira linha na rede de transporte marítimo, fazendo parte das rotas principais e regulares dos grandes navios-mãe (também designados por *mother vessel*, *mega carrier* ou ainda megajumbos do mar).

A concorrência entre operadores é efetuada através da compressão dos tempos de trânsito (*transit-times*), em consonância com a redução dos respetivos prazos (*lead-times*) e da redução do número de portos de escala (Notteboom *et al*, 2014). A denominação *feeder*- alimentação - está relacionada com os serviços e respetivos navios usados para o tipo de ligação entre o porto principal e o secundário. Conforme já referido, os mecanismos de alimentação de carga entre portos faz parte do TMCD, sendo que são sobretudo contentores que fazem parte destes processos de consolidação ou redistribuição de carga (dependendo do sentido de movimentação).

Nem todos os portos têm uma localização geoestratégica, condições físicas, taxas portuárias e custos de estiva para que possam desempenhar o papel de *hub*, sendo escolhidos como portas de entrada pelos grandes operadores. A operação tipo de baldeamento de carga é efetuada entre um navio-mãe e embarcações de menores

dimensões e calado, que poderão aportar portos com fundos menos profundos (designados como portos de 2ª linha, que funcionam em função dos horários e escalas dos de 1ª linha).

4.3.2 Portos de baldeação

Os portos de baldeação (*transshipment*) são os que desempenham a função singular de operações de passagem de contentores entre navios, fazendo parte das rotas principais e, por vezes, em ligação com rotas cruzadas ou derivadas (Notteboom *et al*, 2014). O termo baldeação define a atividade de descarga, completa ou parcial, realizada normalmente a partir de um grande navio de linha, para embarcações menores (navio alimentador, *feeder vessel*, ou tão só *feeder*), com ou sem movimentação em terra dos respetivos contentores em trânsito (Thalenius e Rehnström, 2002). O termo baldeação aplica-se também para a operação inversa do navio alimentador para o navio-mãe.

Nos casos em que os portos funcionam à margem da economia local ou do *hinterland*, com as cargas a não se destinarem ou a provirem do mesmo, a receita do porto advém do serviço de transbordo e/ou armazenamento de carga, através das taxas portuárias (para os movimentos de entrada e de saída).

Relativamente à rede global, estes portos são considerados de 1ª linha quando funcionam como *hub* ou de 2ª linha quando funcionam como alimentador. Podem ainda ter a faculdade de, indistintamente, serem uma e outra coisa.

4.3.3 Portos de *hinterland*

Um porto de *hinterland* destina-se a servir a respetiva área de influência e atratividade, que pode ser medida de diferentes formas, quer como origem quer como destino da carga, para uma parcela terrestre, que pode corresponder apenas a parte ou à totalidade de um país, ou de vários países (Klink e Winden, 1998). No caso do sentido de exportação, recebe a carga do seu *hinterland*, procedendo depois à sua transferência

para o interior do navio. Similarmente, no movimento de importação recebe carga por via marítima, procedendo à sua transferência para os modos terrestres ou fluviais que a encaminharão para os respetivos destinos no *hinterland*.

Tendo em consideração a relação que mantém com um espaço territorial, o porto de *hinterland* terá que estar bem servido de acessibilidades (OCDE, 2011), sem constrangimentos à circulação da carga, tais como as vias urbanas congestionadas, fisicamente próximo dos centros de origem e destino, da produção e consumo, de maneira a poder gerar economias devido à proximidade.

Dada a possibilidade de ocorrência de multipolaridade entre plataformas logísticas e uma dada plataforma portuária, poderá considerar-se uma área de *hinterland* não apenas como uma parte qualquer de território na qual se exerce ou faz sentir a influência e atratividade logística do porto, mas também toda a área onde é possível estabelecer formações bipolares entre um porto e plataformas integrantes de uma cadeia logística (IMTT, 2006), tanto ao nível de importação como de exportação.

Este modelo é observável nas mais evoluídas gerações portuárias (Rodrigue, 2006), visto adaptar-se adequadamente às indústrias deslocalizadas e às cadeias de valor globais com inclusão da plataforma logística como um elo da cadeia. O caso da importação e exportação de automóveis é um bom exemplo, com a formação de bipolos portuários entre ambas as plataformas. Outro exemplo será as docas secas situadas a muitos quilómetros de distância dos portos, servidas normalmente por ligações ferroviárias e nas quais se faz a grupagem ou desagrupagem de carga para servir o *hinterland* imediato.

4.3.4 O novo paradigma dos portos nas cadeias logísticas

A globalização das cadeias logísticas levou a que os portos deixassem de ser um nodo da cadeia logística e um ponto término de chegada para se tornarem em mais um elo da cadeia, onde se efetua uma trasfega de carga para o mesmo modo ou para modos terrestres – o porto passa a fazer parte da própria cadeia de valor. Neste contexto, o nodo ‘porto’ deve funcionar com o menor atrito possível, sem atrasos evitáveis, não

onerando assim a cadeia logística em que se insere (o que pode acontecer por introdução de atrasos sistemáticos no processamento da carga ou por ter um efeito de funil relativamente ao fluxo da mesma).

Com a transformação do papel dos portos apareceram novas valências associadas aos mesmos, podendo ser apenas um interface em que a carga é movimentada e estacionada, mas podendo haver também a transformação da mesma. Associado a esta nova valência, os portos cresceram na parte terrestre e apareceram as designadas Zonas de Atividades Logísticas (ZALs), que embora possam representar uma quebra na cadeia de transporte, são muitas vezes um elemento da cadeia logística, servindo para o aumento da produtividade global da mesma. Esta nova interface do porto passa a integrar duas plataformas no mesmo espaço físico: a portuária e a logística – que devem funcionar como se fossem dois polos sobrepostos ou conjuntos. Um polo logístico corresponde, nestas circunstâncias, a um nodo com capacidade de atração, ou seja, possui a atratividade que lhe advém das vantagens competitivas que ostenta face aos concorrentes, devido à sua integração em cadeias logísticas que outros portos não conseguem desempenhar (devido à localização geográfica, limitações físicas, serviços oferecidos, preço de transformação da carga, etc.).

4.4 A estratégia dos megatransportadores marítimos

O mercado de transporte de contentores tem sofrido um grande desenvolvimento, de forma contínua, com dinâmicas de crescimento diferentes conforme a localização, a nível mundial. Este crescimento teve que ser acompanhado pelos operadores de transporte marítimo, quer em relação aos navios, com aumentos notáveis da capacidade de carga por unidade, velocidade e equipamento, quer na forma como é oferecido o serviço ao cliente e a relação com os portos e os outros elos da cadeia de logística.

Com o crescimento da tonelagem para fretamento e acompanhando as tendências de mercado para a globalização da produção, os grandes transportadores evoluíram para uma oferta de serviços também global (The World Bank, 2007), não só a nível de portos servidos como também da integração de todos os elos da cadeia de transporte, com oferta de soluções porta-a-porta. Esta nova gama de serviços deu-se à custa de fusões e alianças

(ECORYS, 2013), quer entre empresas do mesmo sector quer de sectores conexos (por exemplo, entre uma empresa de transporte marítimo e uma de estiva), levando a um maior controlo de todas as etapas das cadeias logísticas, reduzindo os tempos e os custos associados.

O resultado final das fusões e das alianças são empresas agrupadas, com maior poder de mercado.

Assistiu-se também à adoção de novas estratégias operacionais, adoção de novas tecnologias e maior integração de toda a operação com essas tecnologias e exploração de novos mercados. Os megatransportadores passaram assim a explorar novos nichos de mercado, com ensaio de novas redes (com toda a sua estrutura de rede, desde portos de 1ª linha aos de 2ª e 3ª), cobrindo novos espaços continentais e rotas marítimas, no seu mercado tradicional e com a penetração em novos mercados.

Se por um lado foram agentes das mudanças ocorridas no sector, redireccionando e definindo novos fluxos, incentivando novas oportunidades e desafios económicos da indústria produtiva e marítima, por outro lado a crescente globalização e contentorização alteraram os mercados, os transportes, com enfoque no marítimo e o papel dos portos.

Face ao crescimento da procura pelo transporte em contentor a nível global, as sucessivas gerações de navios porta-contentores superaram-se sempre, face à precedente, em termos de velocidade máxima e capacidade de transporte de carga, conforme se pode confirmar na figura 9. Nos anos 80, foram lançados no mercado navios com uma capacidade até 5.000 TEUs; nos anos 90, era já vulgar a operação com navios de capacidade superior a 6.000 TEU e no início da década seguinte, introduziu-se a nova geração de 8.000 TEUs (Cullinane, 2000). A escalada pela capacidade continuou e atualmente os grandes operadores detêm unidades com capacidades de 18.000 TEUs. Nos tráfegos secundários, vulgarizou-se o transporte com navios de capacidade entre os 2.000 e os 3.000 TEUs.

Na figura 10 apresenta-se esquema das dimensões de um navio, segundo corte transversal do mesmo.

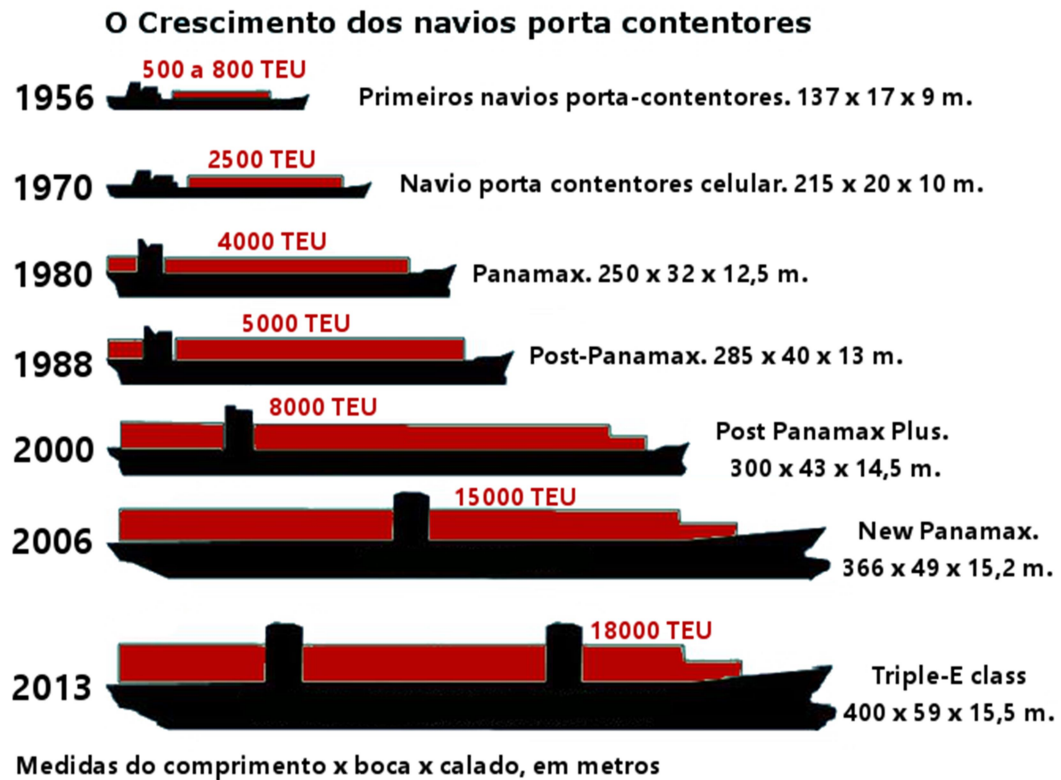


Figura 9: O crescimento dos navios porta contentores de 1956 até à atualidade. Fonte: adaptado de www.marineinsight.com.

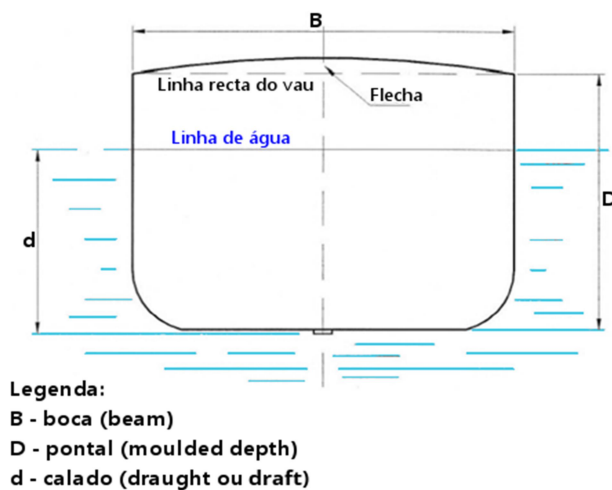


Figura 10: Esquema das medidas de referência num navio.

A grande atratividade destes mega-navios é a economia de escala que proporcionam, sobretudo se usados em rotas de elevada procura de transporte de contentores, entre portos *hub*. Paralelamente, a construção destes navios obriga a grandes investimentos por parte dos megatransportadores, levando a investimentos paralelos na aquisição de novos

contentores e sistemas de informação para gestão de toda a cadeia logística. O crescimento das medidas dos navios (comprimento e calado sobretudo) leva a uma restrição do número de portos que podem ser usados para acostagem, dado as características físicas dos mesmos, dos meios existentes de manuseamento de carga e capacidade de resposta para carga / descarga num dado período temporal. Por parte das autoridades portuárias, obrigam a constantes investimentos para dotar os portos da capacidade de efetuar a carga e descarga dos navios, ao nível dos pórtricos, profundidade do cais de acostagem e extensão dos mesmos, para além dos terraplenos e meios de movimentação em terra.

Após a emergência dos megatransportadores e das mudanças indicadas, raramente um contentor é transportado diretamente do porto de partida ao de chegada (Hsu e Hsieh, 2004), independentemente da carga consistir em bens sensíveis ao tempo ou de elevado valor. Constata-se que a carga tem, quase obrigatoriamente, de passar por portos *hub*, onde há movimentos de concentração e distribuição de carga. Ao nível global, visto que as rotas entre portos *hub* se dão no sentido este-oeste, as mesmas têm que ser coordenadas com as rotas de alimentação, normalmente no sentido norte-sul. Como pode acontecer que um transportador não cubra todos os portos, estabelece-se entre transportadores acordos de acesso às respetivas redes ou contratos com serviços de alimentação de terceiros.

Nos portos onde há volumes substanciais de tráfego de transbordo, os transportadores têm vindo a instalar terminais próprios (ECORYS, 2013). Contudo, esta realidade também depende de país para país, devido aos aspectos jurídicos de registo de empresas e das formas de posse e administração dos portos marítimos. Onde acontece, só acentua a concorrência portuária e a importância da questão da adaptação dos portos às alianças estratégicas das empresas transportadoras.

4.5 O transporte marítimo ao nível mundial

4.5.1 Movimentação de cargas pelos principais portos mundiais

Ao nível global, as hierarquias dos portos marítimos estabelecem-se em termos quantitativos – quantidade de mercadoria que movimentam, em unidades, toneladas, número de contentores (Heideloff e Zachcial, 2007). Poder-se-á identificar outros aspetos para estabelecer uma hierarquia, mas são sempre secundários, tais como o rendimento e a produtividade. Os valores globais da movimentação, medidos em toneladas métricas, incluem a carga geral, fracionada, contentorizada, os granéis gasosos, líquidos e sólidos, carga Ro-Ro, e todas as demais naturezas e espécies de carga.

Em 2013, os 10 principais portos mundiais, considerando o movimento total de carga, eram todos asiáticos, à exceção do porto europeu de Roterdão.

Ranking	Porto	País	Toneladas (milhões)
1	Ningbo-Zhoushan	China	744
2	Xangai	China	645
3	Singapura	Singapura	538
4	Tianjin	China	477
5	Roterdão	Holanda	442
6	Guangzhou	China	438
7	Qíngdao	China	407
8	Dalian	China	303
9	Busan	Coreia do Sul	299
10	Port Hedland	Austrália	288
11	Hong Kong	Hong Kong, China	269
12	Qínhuangdao	China	233
13	Louisiana do Sul	Estados Unidos	229
14	Houston	Estados Unidos	216
15	Nagoya	Japão	203
16	Shenzhen	China	196
17	Port Kelang	Malásia	196
18	Antuérpia	Bélgica	184
19	Dampier	Austrália	180
20	Ulsan	Coreia do Sul	174

Tabela 5: Ranking dos 20 maiores portos a nível mundial em 2013, medido em milhões de toneladas de carga. Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org)

De acordo com os dados do World Shipping Council, relativo ao ano de 2013, desde a década de 2000, o Porto de Xangai ultrapassou o porto de Singapura e o porto de Hong Kong, tornando-se o porto mais movimentado do mundo em ambas as medidas. Em 2010, no entanto, o porto de Ningbo-Zhoushan passou Xangai numa das medidas, para se tornar o porto mais movimentado do mundo em tonelagem de carga.

No ranking de 2013 apresentado na tabela 5, é de salientar que cada um dos vinte portos movimenta carga anual acima das cento e cinquenta milhões de toneladas. Por outro lado, é possível constatar que apenas seis portos não são asiáticos. A análise da movimentação portuária, de forma global, indicia a importância que a Ásia e o Sudeste Asiático têm em termos macrologísticos no comércio mundial, bem como a importância da China, de forma isolada.

Um outro indicador de grande importância é o que mede a movimentação de contentores. Para além do crescimento dos contentores transportados, gradualmente e com toda a naturalidade, tem ocorrido um aumento dos índices de contentorização, já que se tem vindo a verificar uma transferência da carga geral fracionada para o contentor (Metalla e Koxhaj, 2013).

Ranking	Portos	País	2013	Variação 2012 a 2013
1	Xangai	China	33617	131%
2	Singapura	Singapura	32240	51%
3	Shenzen	China	23278	70%
4	Hong Kong	China	22352	2%
5	Busan	Coreia do Sul	17686	54%
6	Ningbo	China	17351	333%
7	Quigdao	China	15520	202%
8	Guangzhou	China	15309	363%
9	Dubai	UAE	13641	112%
10	Tianjin	China	13010	241%
11	Roterdão	Holanda	11621	40%
12	Dalian	China	10860	391%
13	Port Klang	Malásia	10350	97%
14	Kaohsiung	China	9937	2%
15	Hamburgo	Alemanha	9302	33%
16	Antuérpia	Bélgica	8578	42%
17	Xiamen	China	8010	179%
18	Los Angeles	EUA	7868	7%
19	Tanjung Pelepas	Malásia	7627	90%
20	Long Beach	EUA	6730	16%

Tabela 6: Ranking mundial dos 20 maiores portos do mundo de movimento de contentores, em 2013 (medido em 1000 TEU). Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org)

O índice de contentorização e o da sua dimensão quantitativa transmitem bem a imagem do dinamismo de um porto, do seu desenvolvimento tecnológico e logístico e da sua capacidade geracional, no sentido de influenciar o desenvolvimento da sua região e do próprio *hinterland*. Os grandes portos mundiais, são importantes não só pelo valor global da carga movimentada, mas também pelo elevado nível de TEU que

movimentam. Relativamente à carga contentorizada, a lista dos portos mundiais que mais milhões de TEU têm movimentado, nos últimos anos (de acordo com os dados do World Shipping Council, relativo ao ano de 2013), é a que se apresenta na tabela 6.

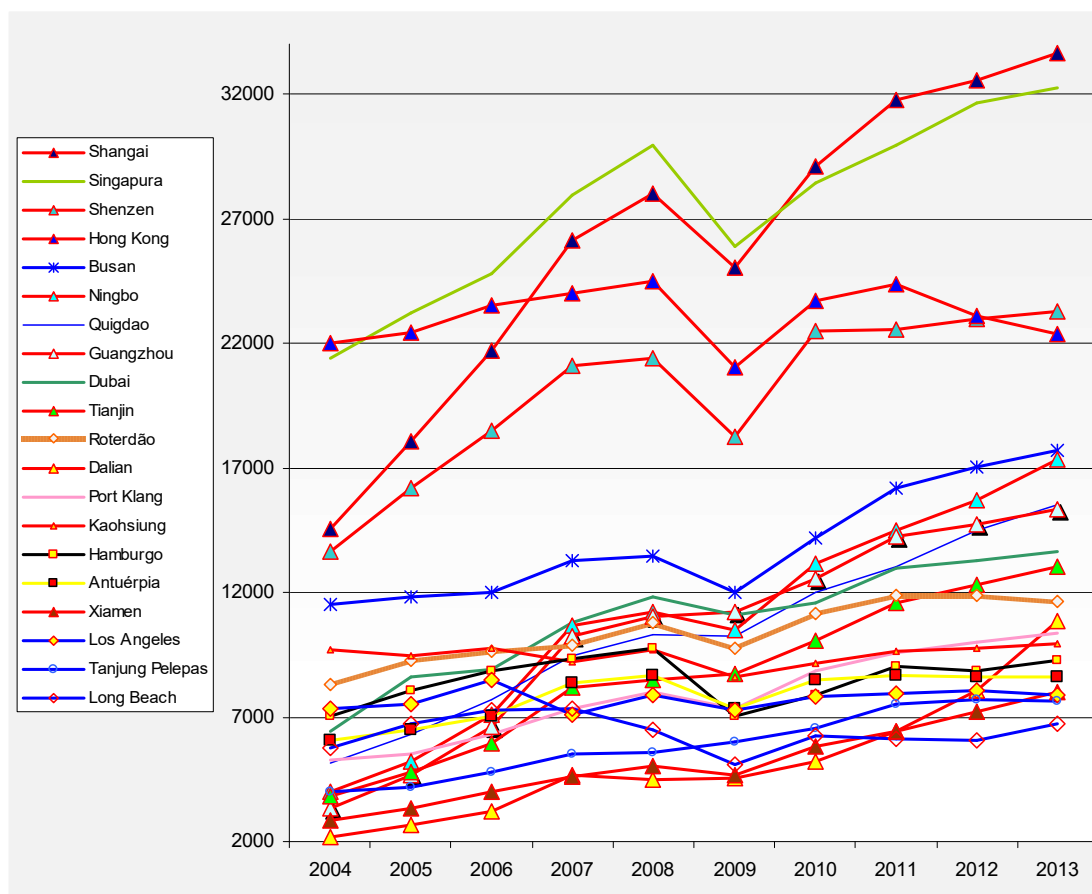


Gráfico 5: Evolução de 2004 a 2013 do número de contentores por porto presente no ranking mundial dos 20 maiores portos do mundo de movimento de contentores, em 2013 (medido em 1000 TEU). Fonte: World Shipping Council (www.worldshipping.org)

Mais uma vez, na frente, encontram-se os gigantes Xangai e Singapura, seguidos, a grande distância, pelos demais portos asiáticos. Os oito maiores portos são do leste asiático, surgindo em 9º lugar um porto do médio oriente - Dubai. Os portos de Roterdão, Hamburgo e Antuérpia, que durante anos constaram do ranking dos 10 maiores portos (em movimentação de contentores), são em 2013 relegados para o 11º, 15º e 16º lugar respetivamente (gráfico 5). O mesmo acontece com os portos do Norte da América – Los Angeles e Long Beach. É de salientar também a taxa de crescimento de quase todos os portos chineses e o porto do Dubai, no período de 2004 a 2013.

4.5.2 Tipos de cargas

Ao nível mundial, e na perspetiva da carga transportada, as grandes rotas são sobretudo para (Maribus, 2010):

- Cargas de granéis sólidos.
- Cargas de granéis líquidos.
- Carga contentorizada.

A contentorizada é o tipo de carga transportada pelo segmento mais dinâmico dos transportes marítimos, estando atualmente no centro da organização multimodal da circulação física dos fluxos em cadeias logísticas. São cinco as mais importantes rotas (de acordo com os dados do World Shipping Council, relativo ao ano de 2013), inseridas fundamentalmente no eixo leste/ oeste, que é o principal à escala mundial:

- Rota da Ásia com a América do Norte (23.125.000 TEUs)
- Rota da Ásia com o Norte da Europa (13.706.000 TEUs)
- Rota da Ásia com o Mediterrâneo (6.739.000 TEUs)
- Rota Ásia com o Médio Oriente (5.014.000 TEUs)
- Rota do Norte da Europa com a América do Norte (4.710.000 TEUs)

4.6 O transporte marítimo na Europa

Tal como noutros continentes, o desenvolvimento da globalização da economia e comércio impulsionou as trocas entre a Europa e os outros continentes. Este desenvolvimento levou a um aumento da quantidade (em volume e em tonelagem) da carga movimentada pelos portos europeus, contribuindo também para este aumento as alterações que ocorreram na Europa, como o alargamento da UE aos países do leste europeu (Grossman *et al*, 2006). Na Europa, as transnacionais de capitais americanos, japoneses, chineses, etc., selecionaram a Holanda e a Bélgica para localização dos seus centros logísticos. Esta escolha, mais do que geográfica, está diretamente relacionada com o facto de aí se situarem dois dos maiores portos europeus e um dos mais

importantes aeroportos - *hub* de carga. Nos últimos 30 anos, foi à volta desses pontos extremamente dinâmicos que tomaram forma as plataformas europeias logísticas mais eficientes e a partir dos quais se desenvolveu o TMCD (ECORYS, 2013).

Em 2013 (com base nos dados publicados pelo Eurostat – ec.europa.eu/eurostat/), com quase 2,1 milhões de acostagens e com um tamanho médio dos *vessels* de 7000 GRT, o peso bruto total de mercadorias movimentadas nos portos da UE foi de 3,7 bilhões de toneladas (tabela 7), um decréscimo de 0,6% em relação a 2012. Após um período de crescimento contínuo no volume de mercadorias movimentadas nos portos da UE, até 2007, verificou-se que o valor baixou a partir de 2008, atingindo um mínimo em 2009. A partir de 2010, o volume voltou a crescer, mas para valores inferiores aos registados em 2007 / 8. Em 2013, a atividade portuária global na UE regista valores equivalentes aos de 8 anos antes, em 2005.

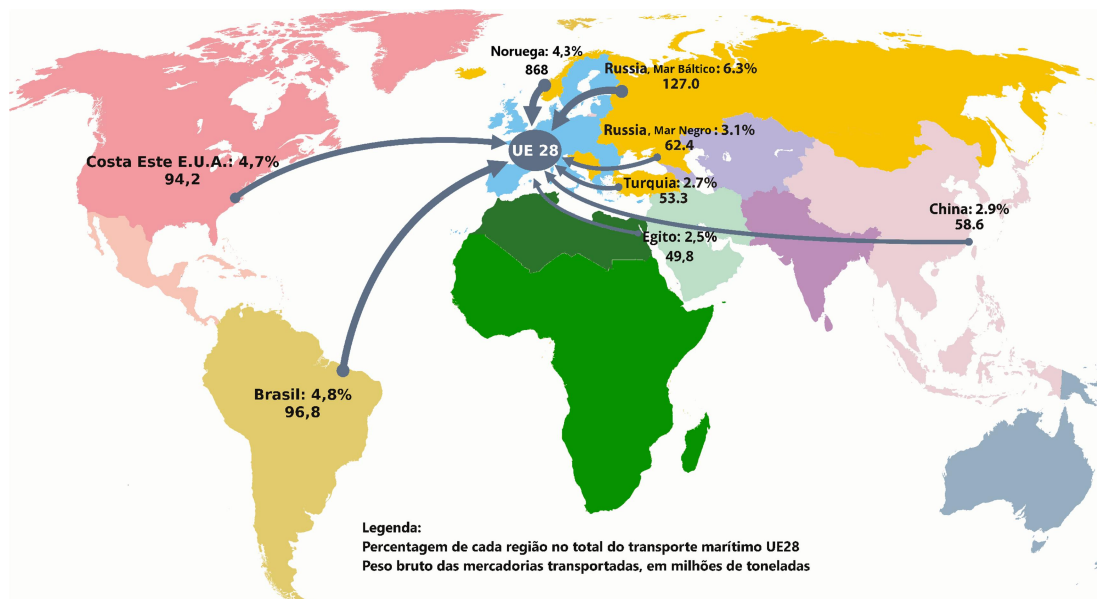
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
UE - 28 países	3.593.656	3.743.112	3.860.420	3.965.599	3.945.764	3.466.788	3.670.275	3.767.891	3.737.235	3.715.580

Tabela 7: Peso bruto de mercadorias transportadas, por via marítima, e movimentadas em todos os portos da UE, entre 2004 e 2013 (em milhões de toneladas). Fonte: Eurostat.

Nota: Os números UE-28 referidos no texto, gráficos e tabelas apenas contabilizam realmente um total de 23 estados-membros, dado que a República Checa, Luxemburgo, Hungria, Áustria e Eslováquia não têm portos marítimos.

O mapa 2 ilustra os oito maiores fluxos de transporte marítimo de e para a UE. Como mostrado no mapa, em 2013 (dados Eurostat), foram fluxos de bens com a região do Mar Báltico, Rússia, Brasil, Costa Leste dos Estados Unidos da América, Noruega, região do Mar Negro (Rússia), Egito, China e Turquia. Em comparação, o nono maior fluxo de transporte transoceânico, em 2013, foi o de mercadorias para o exterior da UE para a Costa Leste dos Estados Unidos da América (não indicado no mapa).

Conforme se pode observar no gráfico 6, a Holanda continua a ser país com o maior volume de transporte marítimo de mercadorias na Europa, com 548 milhões de toneladas registadas nos seus portos em 2013, ou seja, quase 15% do total movimentado por todos os portos europeus. Em segundo lugar, aparece o Reino Unido, com 503 milhões de toneladas, o que representa 13,5% do total europeu. A Itália tem uma cota de 12,3% do transporte europeu, com 457 milhões de toneladas.



Mapa 2: Principais regiões do transporte Extra-UE28, em 2013, por peso bruto de mercadorias movimentadas. Fonte: Eurostat.

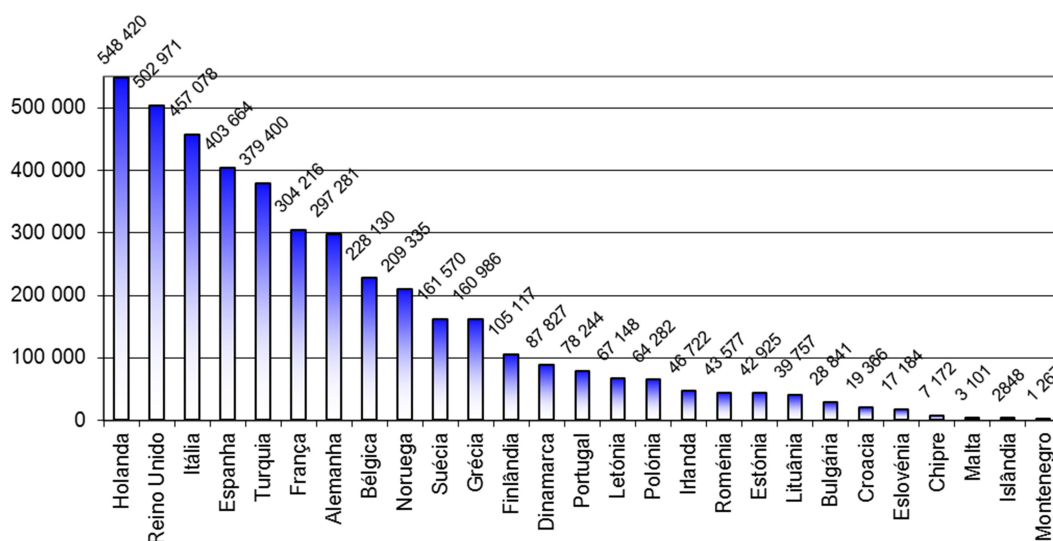


Gráfico 6: Total da carga movimentada por país, em milhares de toneladas, em 2013. Fonte: Eurostat.

Os cinco maiores países – Holanda, Reino Unido, Itália, Espanha e Turquia – em conjunto, concentram 53% do total do transporte Europeu. Neste contexto, a cota de Portugal é de 1,8%.

Em 4º lugar, em 2013, encontra-se a Espanha, país que não possuindo uma costa atlântica tão importante como a portuguesa, consegue funcionar, através dos portos no Mediterrâneo, como plataforma europeia dos tráfegos de e para o Próximo e Médio

Oriente, bem como estrada marítima de curta distância com os portos europeus da bacia mediterrânica, assumindo-se assim, cada vez mais, como uma grande potência económica e logística europeia.

País	Milhares de Toneladas						Total da carga movimentada nos portos principais (milhões de toneladas)	Total da carga movimentada em todos os portos (milhões de toneladas)
	Carga Líquida a granel	Carga seca a granel	Contentores	Unidades Ro-Ro	Outras cargas não especificadas	Desconhecida		
EU28	1 375 782	828 316	746 285	430 133	224 777	48 959	3 643	3716
Alemanha	47 674	68 394	129 502	37 157	14 554		297	297
Bélgica	67 188	32 631	90 855	20 837	15 370		227	228
Bulgária	12 253	11 616	1 947	192	2 833		29	28
Chipre	2 840	2 270	1 747	123	192		7	7
Croácia	7 059	4 311	1 216	600	2 000		15	19
Dinamarca	21 458	26 708	5 402	21 591	4 258		79	88
Eslovénia	2 907	6 868	5 041	687	1 681		17	17
Espanha	152 466	83 582	125 838	17 858	23 423		403	404
Estónia	25 703	4 540	1 777	3 743	3 689		39	43
Finlândia	35 264	28 485	10 201	16 377	11 860		102	105
França	129 900	56 068	36 287	29 431	11 195	37 390	300	304
Grécia	52 904	26 869	38 599	17 872	3 919		140	161
Holanda	261 995	138 591	92 346	16 974	38 514		548	548
Irlanda	11 540	15 501	6 204	12 150	514		46	47
Itália	192 625	61 604	81 228	83 797	27 530		447	457
Letónia	22 364	33 129	3 957	2 711	3 593		66	67
Lituania	17 743	14 034	3 712	2 828	1 439		40	40
Malta	1 247	450	857	451	86		3	3
Polónia	14 504	26 599	13 060	6 373	3 225		64	64
Portugal	31 226	16 839	21 283	289	6 887		77	78
Reino Unido	196 680	121 454	56 983	94 852	21 433	11 569	491	503
Roménia	9 964	21 265	5 255		5 797		43	44
Suécia	58 278	26 510	12 987	43 010	20 785		162	162
Noruega	86 797	73 688	5 488	10 007	11 307		187	209
Turquia	115 479	153 623	79 216	7 986	23 097		379	379

1 - De acordo com a Directiva 2009/42, "Portos Principais", em termos de transporte de mercadorias, são portos que movimentam mais de 1 milhão de toneladas de mercadorias, por ano.

Graneis Líquidos - 2: gás liquefeito, petróleo bruto, derivados de petróleo, outros bens de graneis líquidos.

Graneis secos - 3: minérios, carvão, produtos agrícolas (por exemplo, grãos, soja, mandioca), outros graneis sólidos

Ro-Ro unidades móveis:

a) unidades móveis motorizadas: veículos rodoviários e reboques, automóveis de passageiros, motos, veículos com reboques / caravanas, motos, autocarros de passageiros, veículos comerciais (incluindo veículos automóveis importação / exportação), reboques de animais vivos, outras unidades móveis motorizadas.

b) unidades móveis não-auto-motorizadas: reboques e semi-reboques não acompanhados de transporte de mercadorias, caravanas isoladas e outros veículos agrícolas e industriais, vagões ferroviários, de navio reboques porta-a-porta ou barcas de navio envolvidos no transporte de mercadorias, outras unidades não auto-motorizadas.

Outra carga, não especificadas: produtos florestais, ferro e produtos siderúrgicos, outras cargas gerais.

Tabela 8: Bens movimentados nos portos, em peso bruto (entrada + saída), nos portos principais, em 2013, por tipo de carga. Fonte: Eurostat.

É de notar que a Holanda (1º lugar), o Reino Unido (2º), a Itália (3º), a França (6º), Alemanha (7º) e Bélgica (8º) estão todos no espaço da *Blue Banana*. Refira-se que em 2013, em termos do total da carga movimentada, os primeiros seis portos europeus estão todos situados nesta plataforma ocidental - central do continente e funcionam como centro de gravidade dos principais sistemas logísticos globais cujas cadeias passam pela Europa.

Apesar da sua grande frente atlântica, Portugal não faz parte do grande centro portuário e logístico da Europa, em torno da *Blue Banana*, sendo assim periférico, em termos de logística.

De acordo com a tabela 8, em 2013, a carga líquida a granel (petróleo bruto e derivados de petróleo) foi o tipo de mercadoria mais movimentada nos portos europeus, com 1.376 milhões de toneladas, o que representa 37% do total, seguido da carga seca a granel, com 828 milhões de toneladas, que representando 22% do total. O transporte de contentores aparece em terceiro lugar, com 746 milhões de toneladas, ou seja, 20% do total. Em geral, há mais descargas do que cargas de bens transportados, por via marítima, na maioria dos países da UE.

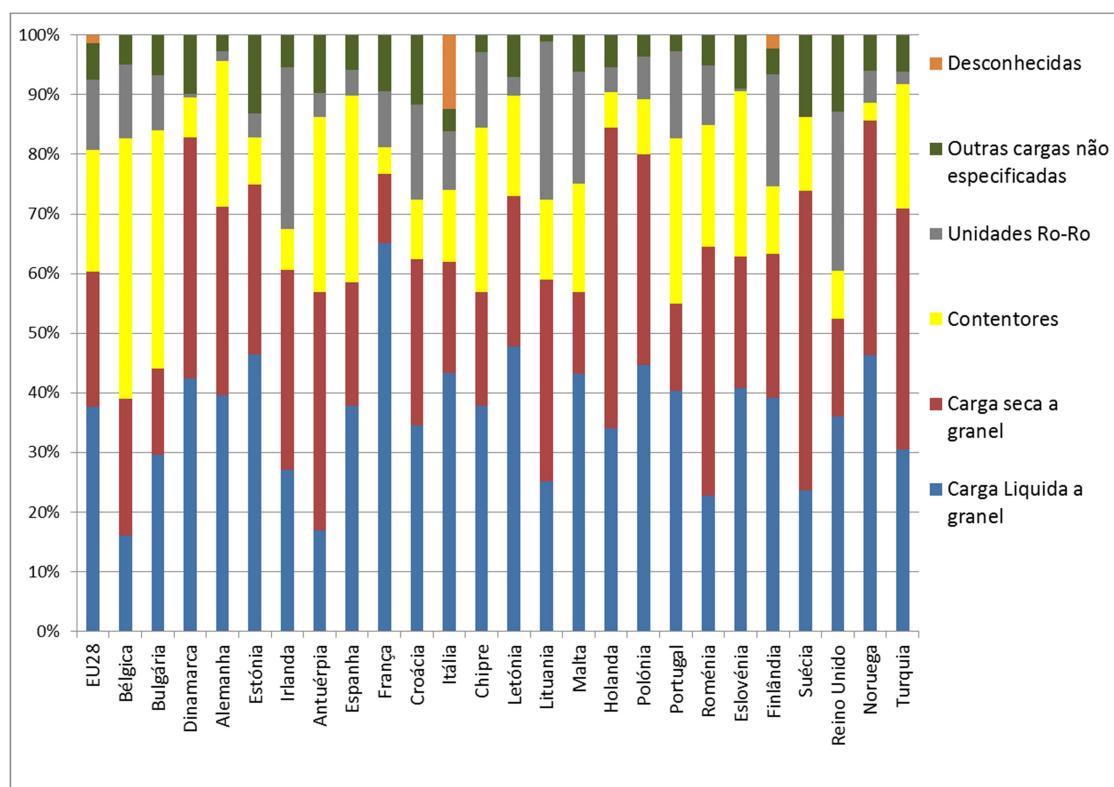


Gráfico 7: Repartição por tipo de carga, em percentagem, do total dos bens movimentados nos portos principais de cada país, em peso bruto (entrada + saída), em 2013. Fonte: Eurostat.

Por país, as percentagens de cada tipo de carga variam bastante (gráfico 7), mas é de salientar que no transporte de contentores, é a Alemanha que aparece em primeiro lugar, em tonelagem bruta, com 129,5 milhões de toneladas, seguido de Espanha com 125,8 milhões de toneladas e da Holanda com 92,3 milhões de toneladas. Em 2013, Portugal registou um movimento de 21,2 milhões de toneladas de tonelagem bruta dos contentores movimentados nos seus portos, com um total de todas as cargas de 78 milhões de toneladas. Tal como acontece com os totais do espaço Europeu, em Portugal a carga mais movimentada são os granéis líquidos, com 31,2 milhões de toneladas.

Contudo, os granéis secos só aparecem em terceiro lugar, depois dos contentores, com 16,8 milhões de toneladas.

4.6.1 Os tráfegos intraeuropeus

Os tráfegos intraeuropeus são compostos por fluxos intereuropeu e de alimentação de e para portos *hub*. Das alterações ocorridas no TMLD derivou que muitos portos, mesmo os de *hinterland* fortes, tivessem perdido as ligações diretas para certos destinos e alguns deixaram de ser portos *hub*. Numa relação *hub-feeder*, o TMCD aparece como uma ligação de portos sem escalas diretas aos portos que se mantiveram como principais nas ligações intercontinentais. Uma característica associada aos portos a partir dos quais se faz o TMCD, é a instalação de parques de contentores, normalmente com terraplenos de área considerável, ou no porto ou nas proximidades, com boas ligações terrestres, assegurando que a carga contentorizada continua a ser distribuída e recolhida no *hinterland* em tempo útil (Kemme, 2013).

O TMCD tem assim duas componentes, diferentes entre si: um tráfego intereuropeu e um de alimentação de e para portos *hub*.

Se o TMCD de alimentação aparece como um mecanismo que deriva da baldeação de carga de e para as linhas intercontinentais, à base de contentores, e como um tráfego de compensação pela ausência de escalas diretas, o TMCD intereuropeu, sobretudo de contentores (mas que pode ser extensível a outro tipo de cargas), é uma componente do comércio entre países da Europa (Thalenius e Rehnström, 2002). Ao contrário do tráfego de alimentação, o intereuropeu sofre a competição dos outros modos de transporte e a unitização da carga em contentor não é regra, podendo esta competição ser sob a forma de outros tipos de unidades de transporte (Pastori, 2015).

De acordo com o mesmo autor, em termos de regularidade de serviço, o TMCD de carácter intereuropeu sofre as flutuações derivadas das trocas comerciais entre países e da concorrência com os outros modos de transporte (assente em custo, rapidez, regularidade, segurança, etc.). Já o TMCD, relacionado com o tráfego de alimentação entre portos, está dependente das variações dos volumes de tráfegos intercontinentais e

do tamanho dos navios de TMLD, bem como das alterações das rotas (como é exemplo a alteração introduzida pelo novo canal do Panamá). Esta dependência pode ser fatal para alguns portos e regiões (ou inversamente um fator de crescimento) visto que as mudanças podem ser abrutadas, quando há mudança do porto usado para as ligações intercontinentais. Nesta senda, espera-se que o porto de Sines assista a um crescimento contínuo nos próximos anos, dado ser a porta de entrada para a Europa nas ligações intercontinentais do grupo PSA.

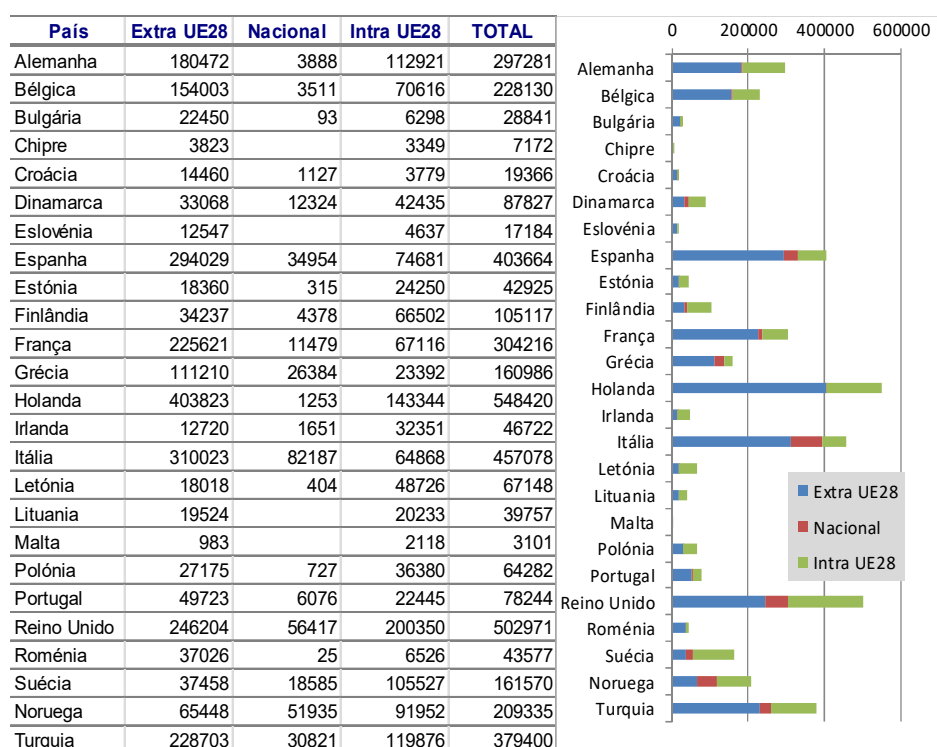


Tabela 9: Carga transportada em todos os portos, em peso bruto, em 2013, por país, em movimentos de carga e descarga, em milhares de toneladas. Fonte: Eurostat.

Gráfico 8: Carga em peso bruto transportadas em todos os portos em 2013, por país, em movimentos de carga e descarga, em Milhares de Toneladas. Fonte: Eurostat.

Os grandes portos de entrada e saída de bens de origens / destinos fora da Europa são a Holanda, Itália, Espanha, Reino Unido, Turquia e França, com valores superiores a 200 milhões de toneladas, em 2013 (tabela 9 e gráfico 8). Portugal registou um valor de 50 milhões de toneladas, em 2013.

Ao nível de valor total transportado, destacam-se a Itália, com 82 milhões de toneladas, o Reino Unido e a Noruega, com valores acima dos 50 milhões de toneladas, no transporte

nacional. Portugal registou um valor de cerca de 6 milhões de toneladas. No transporte intraeuropeu, destaque para o Reino Unido com 200 milhões de toneladas, Holanda com 143 milhões de toneladas, sendo que em terceiro lugar aparece a Turquia, com 12 milhões de toneladas (embora a Turquia ainda não pertença à UE). Portugal registou um valor de 22 milhões de toneladas.

De acordo com as estatísticas publicadas pelo Eurostat, constata-se que em países com uma geografia caracterizada por longas linhas costeiras ou um grande número de ilhas, como a Grécia, Itália, Dinamarca e Noruega, a quota do transporte marítimo nacional é naturalmente elevada (de 17 a 30%). Países como a Estónia, Irlanda, Letónia, Malta, Finlândia e Suécia, por outro lado, têm as percentagens mais elevadas de transporte intraeuropeu internacional (mais de 60%), porque os seus principais parceiros de transporte marítimo de mercadorias encontram-se dentro da UE. Outros países, como a Bulgária, Roménia, Eslovénia, Espanha e Países Baixos têm elevadas quotas de transporte extra-UE (acima de 70%), em função da sua posição geográfica e da natureza TMLD das atividades de transporte predominante nos seus portos principais.

4.6.2 Valores do TMCD na Europa

Os portos europeus que prestam serviços ao TMCD promovem a competição entre si, não só pela posição geográfica, mas também pela capacidade de se constituírem como centros logísticos, possuindo uma rede extensiva de conexões com o interior (o *hinterland* que servem), por via ferroviária, rodoviária e fluvial (Reynaud, 2009). Nalguns países como a Holanda, a Bélgica, a Alemanha e a França, as vias navegáveis do interior tornam-se assim fundamentais para o sistema de transporte (TMCD).

Como premissa da análise do TMCD na Europa, dado o relevo que tem no transporte marítimo deste continente, seguindo a divisão do Eurostat, as regiões marítimas (Anexo 4) devem ser agrupadas pelos portos com parcerias no TMCD, ou seja, portos que partilham um dado espaço marítimo: Mar Báltico, Mar do Norte Oceano Atlântico (incluindo o canal da Mancha e o Mar da Irlanda), Mar mediterrâneo, Mar Negro.

Os portos situados em Marrocos – África Ocidental, Egito – Mar Vermelho, Israel – Mar Vermelho e Rússia – Mar de Barents e Mar Branco não fazem parte do TMCD europeu (ao nível das estatísticas).

	Oceano Atlântico	Mar Báltico	Mar Negro	Mar Mediterrâneo	Mar do Norte	Outros	TOTAL
UE-28	240,8	421,1	127,5	577,0	506,3	118,5	1991,2
Reino Unido	94,5	38,1	2,3	23,2	162,2	2,2	322,5
Itália	5,2	3,7	33,5	213,3	7,5	22,3	285,5
Holanda	27,5	77,4	9,9	36,6	67,1	34,9	253,4
Espanha	33,9	12,7	17,5	98,0	25,3	11,7	199,1
França	38,8	9,2	14,2	52,2	29,8	27,0	171,2
Alemanha	8,7	90,3	1,0	13,0	55,6	2,3	170,9
Suécia	4,4	82,0	0,3	3,3	48,0	6,5	144,5
Bélgica	17,0	23,8	2,8	37,4	40,2	2,8	124,0
Grécia	0,7	0,5	15,1	65,3	5,4	3,0	90,0
Finlândia	3,5	51,6	0,5	2,7	29,6	0,1	88,0
Dinamarca	3,5	33,2	0,3	1,4	25,1	3,4	66,9
Letónia	6,1	17,8	0,1	9,5	27,4	0,1	61,0
Polónia	3,7	23,6	0,1	2,2	18,3	0,8	48,7
Irlanda	20,4	1,2	0,1	2,1	13,0	0,2	37,0
Portugal	11,5	1,8	3,1	10,4	7,8	0,1	34,7
Lituânia	2,6	18,2	0,0	0,9	10,7	0,0	32,4
Estónia	1,4	14,9	0,0	0,8	7,8	0,5	25,4
Roménia	0,7	0,1	9,8	11,9	1,4	0,0	23,9
Bulgária	1,2	0,0	12,7	7,8	0,4	0,0	22,1
Croácia	0,1	0,0	3,5	7,5	0,3	0,7	12,1
Eslovénia	0,0	0,4	0,5	7,9	0,1	0,0	8,9
Chipre	0,2	0,0	0,4	4,1	0,9	0,0	5,6
Malta	0,1	0,0	0,2	2,5	0,2	0,0	3,0
Islândia	0,0	0,3	0,0	0,1	1,7	0,0	2,1
Noruega	12,5	17,0	1,5	5,0	108,0	3,3	147,3
Turquia	10,0	5,3	83,3	131,4	21,0	10,3	261,3

Tabela 10: Carga movimentada em TMCD, por país e com as diferentes regiões marítimas, em 2012, em milhões de toneladas. Fonte: Eurostat.

O TMCD Europeu é um mercado de tráfego unificado bastante complexo, por apresentar diferentes sistemas de transporte, em concorrência uns com os outros. Por um lado, os ferries e os navios de carga rolante ou Ro-Ro, que oferecem serviços de transporte de atrelados acompanhados ou não de trator/motorista. Por outro lado, os navios porta-contentores Lo-Lo, movimentando contentores de baldeação assim como intrarregionais (Pastori, 2015).

Em 2012, segundo os dados do Eurostat, o TMCD na EU-28 atingiu quase as 2000 milhões de toneladas de carga (tabela 10), ou seja, cerca de 60% do total do transporte marítimo, com os países situados na zona da *Blue Banana* entre os mais ativos neste sector do transporte marítimo, com o Reino Unido em 1º lugar (322,5 milhões de toneladas), Itália em 2º, com 285,5 milhões de toneladas e a Holanda em terceiro lugar, com 253,4 milhões de toneladas. Portugal aparece em 15º lugar, com 34,7 milhões de

toneladas. No espaço europeu, mas não pertencente à UE, destaque para os portos turcos, com 261,3 milhões de toneladas. As considerações geográficas explicam a dimensão deste tipo de transporte quando analisado por regiões marítimas (RM) da Europa. Por exemplo, é normal que o grosso do TMCD de Itália seja com a RM ‘Mar Mediterrâneo’ ou que o Reino Unido tenha cerca de 50% do seu TMCD com a RM ‘Mar do Norte’ e 25% com a RM ‘Oceano Atlântico’. Já países com uma posição geográfica central na Europa e com portos em diferentes RM têm valores de TMCD equilibrados com todas as RM, como é o caso da França.



Gráfico 9: Percentagem que cada Região Marítima da Europa representa para cada país europeu, em 2012, para o total de 100% do TMCD relativo. Fonte: Eurostat.

No gráfico 9 é evidenciada a percentagem que cada RM representa para cada país, em 2012, para o total de 100% do TMCD relativo.

O TMCD na Europa, por RM, representa uma grande equidade de valores entre o Mar Mediterrâneo, Mar do Norte e Mar Báltico, com 29%, 25,4% e 21,1%, respetivamente, do total do TMCD. A RM ‘Oceano Atlântico’ representa 12,1% do TMCD europeu, sendo a RM mais importante para o TMCD dos portos portugueses. É seguida do ‘Mar Mediterrâneo’ e ‘Mar do Norte’, com 33%, 30% e 22% respetivamente.

Por tonelagem bruta, em milhões de toneladas, o TMCD da RM ‘Mar Mediterrâneo’ foi de 577, seguido do ‘Mar do Norte’ com 506 e do Mar Báltico com 421. O ‘Oceano Atlântico’ teve 241 e o Mar Negro 128. No gráfico 10 está representado a percentagem de cada RM no TMCD, em 2012.

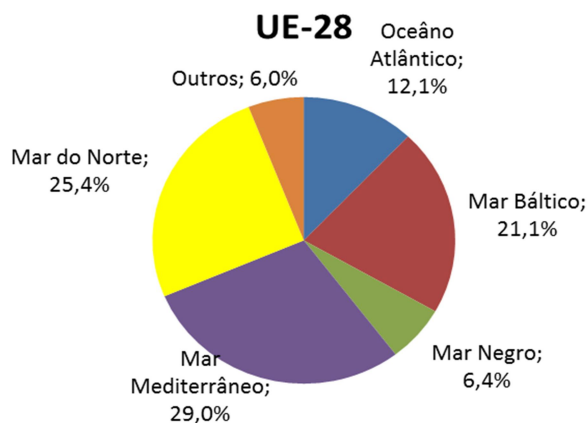


Gráfico 10: Percentagem de cada Região Marítima Europeia, medido em tonelagem bruta, no total do TMCD da Europa, em 2012. Fonte: Eurostat.

Para a maioria dos países, a maior parte do seu TMCD de mercadorias é efetuado com portos parceiros localizados na mesma região marítima, como a sua própria linha de costa (Eurostat). Há algumas exceções, como a Letónia, onde cerca de metade do TMCD de mercadorias veio ou estava destinado a portos situados no Mar do Norte. A Roménia e a Holanda são outras duas exceções, com o Mediterrâneo a desempenhar a maior parte do TMCD para a Roménia e o Mar Báltico para a Holanda.

4.6.3 O fluxo de contentores na Europa

A estrutura do tráfego de contentores apresenta um desenvolvimento pronunciadamente mais forte na direção oriente para ocidente, onde é relevante a influência da exportação dos produtos industriais do Extremo Oriente (de acordo com os dados do World Shipping Council, relativo ao ano de 2013).

O desequilíbrio entre os dois sentidos do tráfego tem crescido (em 2012 as entradas na Europa foram de 1414 milhões de toneladas contra as saídas de apenas 987 milhões de toneladas, fonte Eurostat), tratando-se de um problema estrutural, uma vez que a procura

em direção a ocidente continua a crescer, justificando a utilização, por parte dos operadores, de navios de grande capacidade de carga, embora os coeficientes de carga, nos retornos, se mantenham baixos.

A competitividade dos portos no Mediterrâneo Ocidental conduziu a um crescimento substancial dos tráfegos, devido ao estabelecimento de operações de transbordo, onde se afirmaram, nos últimos anos, portos como os de Algeciras e de Itália, com participação nos tráfegos TMLD em detrimento do Norte do Continente, levando a um incremento considerável do tráfego de alimentação. Este dinamismo local emergente representa uma das tendências mais importantes do mercado europeu, que decorre diretamente das melhorias das operações portuárias e de uma forte procura local.

Em 2013, o total de movimento de contentores nos portos europeus atingiu os 87 milhões de TEUs, o que representa um aumento de 1,9% relativamente ao valor de 2012 (tabela 11). Os maiores portos em movimento de número de contentores, na Europa, situam-se na *Blue Banana* (Roterdão, Hamburgo, Antuérpia e Bremerhaven), sendo que em 5º lugar aparece o porto de Valencia, fora desta zona económica. Embora se verifique algumas pequenas variações nos valores de 2012 para 2013 (à exceção de Las Palmas que teve uma variação negativa de 15,9% e Londres, Gdansk e Peiraias com variações positivas de 37,4%, 27,4% e 13,6% respetivamente), no total, para o ranking dos 10, 20 e 25 maiores portos, os valores respetivos aumentaram entre 2012 e 2013. De realçar que os 10 maiores portos europeus no movimento de contentores concentram 65% do total do movimento europeu, subindo essa percentagem para 80% no total dos 20 maiores portos.

Individualmente, Roterdão é o maior porto de movimento de contentores na Europa, seguido de Hamburgo e Antuérpia. Os três portos representam um terço do total dos portos europeus, com 28400 milhares de contentores.

Em termos de posição no ranking, em 2012, os 15 maiores portos europeus mantiveram a posição que ocupavam em 2013, registando-se unicamente mudanças nas posições relativas entre o 16º e o 22º lugar, com destaque negativo para o porto de Las Palmas, em Espanha, que passou de 16º para 19º lugar.

Porto	2012 (milhares TEUs)	2013 (milhares TEUs)	Variação 2012 / 2013	Percentagem no total dos portos, em 2013	País	Posição no ranking em 2013	Posição no ranking em 2012
Roterdão	11372	10938	-3,8%	12,6%	Holanda	1	1
Hamburgo	8891	9302	4,6%	10,7%	Alemanha	2	2
Antuérpia	8174	8256	1,0%	9,5%	Bélgica	3	3
Bremerhaven	6111	5822	-4,7%	6,7%	Alemanha	4	4
Valencia	4471	4339	-3,0%	5,0%	Espanha	5	5
Algeciras	4099	4332	5,7%	5,0%	Espanha	6	6
Gioia Tauro	3725	3652	-2,0%	4,2%	Itália	7	7
Felixstowe	3368	3434	2,0%	4,0%	Reino Unido	8	8
Ambarli	3024	3318	9,7%	3,8%	Turquia	9	9
Peiraia	2815	3199	13,6%	3,7%	Grécia	10	10
Le Havre	1997	2186	9,5%	2,5%	França	11	11
Barcelona	1745	1697	-2,8%	2,0%	Espanha	12	12
Génova	1578	1546	-2,0%	1,8%	Itália	13	13
Southampton	1489	1489	0,0%	1,7%	Reino Unido	14	14
Mersin	1251	1367	9,3%	1,6%	Turquia	15	15
La Spezia	1181	1207	2,2%	1,4%	Itália	16	17
Marselha	1147	1197	4,4%	1,4%	França	17	18
Gdansk	933	1189	27,4%	1,4%	Polónia	18	19
Las Palmas	1208	1016	-15,9%	1,2%	Espanha	19	16
Londres	687	944	37,4%	1,1%	Reino Unido	20	22
Zeebrugge	930	880	-5,4%	1,0%	Bélgica	21	20
Göteborg	922	868	-5,9%	1,0%	Suécia	22	21
Constanta	675	659	-2,4%	0,8%	Roménia	23	23
Liverpool	635	627	-1,3%	0,7%	Reino Unido	24	24
Bilbao	610	606	-0,7%	0,7%	Espanha	25	25
Top 10 portos	56050	56592	1,0%	65,1%			
Top 20 portos	69509	70430	1,3%	81,1%			
Top 25 portos	73038	74070	1,4%	85,2%			
Todos portos UE	85278	86893	1,9%				

Tabela 11: Movimento de contentores, medido em milhares de TEUs, em 2012 e 2013, para os 25 maiores portos da Europa. Fonte: Eurostat.

4.7 Os portos portugueses

Na divisão da Europa por regiões e relativamente aos *hinterlands* que servem os respetivos portos, Portugal encontra-se integrado na região marítima do Atlântico (Anexo 4). Estão incluídos nessa região, os portos a Norte e a Ocidente de Espanha, com exclusão dos que estão localizados no Mediterrâneo, os das ilhas Canárias e os portos ocidentais de França.

O rápido declínio verificado a partir dos anos 70, na marinha mercante portuguesa, afetou negativamente a presença de Portugal nos mercados globais (Neves, 2013),

perdendo o país as oportunidades geradas pela internacionalização do tráfego de outros mercados, sobretudo na UE. Nos últimos anos assistiu-se à integração dos portos portugueses no quadro do conceito de sistemas intermodais de transporte, com evoluções constantes (MOPTC, 2006; Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2011), mas é um processo ainda não concluído.

O sistema portuário de Portugal consiste num conjunto de portos principais, atualmente constituídos estatutariamente sob a forma de sociedades anónimas de capitais públicos e geridos pelos respetivos conselhos de administração. Estes portos são cinco: Leixões, Aveiro, Lisboa, Setúbal e Sines. Os restantes, de pequena dimensão e designados por secundários no sistema portuário nacional, são os que movimentam mercadorias ou que permitem a acostagem de marinha de comércio. Estes portos são: Viana do Castelo, Figueira da Foz, Portimão e Faro. Os portos de Portimão e de Faro têm uma atividade comercial residual, quando comparados com os restantes. No mapa 3 são indicadas as localizações dos 5 portos principais e os de Viana do Castelo e da Figueira da Foz.



Mapa 3: Localização dos portos principais e secundários, em Portugal Continental (Figueira da Foz e Viana do Castelo).

Os portos de Leixões e Viana do Castelo passaram a estar sob a gerência da mesma administração, desde janeiro de 2015. O porto de Aveiro e da Figueira da Foz trabalham também em parceria, embora sob autoridades administrativas distintas.

Em termos operativos a competitividade dos portos portugueses é afetada pelos custos de fricção e pelos problemas técnicos no interface entre modos, da transferência de carga (Simão, 2012). Por outro lado, tirando uma ou outra exceção ao nível de terminais dos portos nacionais, os modos para os quais se basculam a carga nos portos, na passagem imediata para o exterior implica a travessia de zonas urbanas (porto de Leixões, Lisboa, alguns terminais do porto de Setúbal), traduzindo-se em estrangulamentos nos acessos aos terminais e aos nós de ligação entre redes.

Além dos fortes investimentos já realizados e os previstos para o melhoramento do desempenho dos portos de Lisboa, Setúbal e de Leixões, especial destaque deve ser dado ao desenvolvimento do megaprojeto do porto de Sines. Nos últimos anos este porto foi alvo de avultados investimentos, que passaram pela ampliação dos molhes e reparação das estruturas, melhoria das acessibilidades rodo-ferroviárias ao terminal de contentores, construção da ZAL, melhorias nos meios de carga e descarga, nos diferentes terminais (Cacho, 2012). Tratou-se de investimentos necessários à concretização de um grande objetivo, que permitiu proceder-se a um ordenamento do território nacional, e criando uma alternativa aos grandes portos espanhóis para servir o grande mercado de Madrid.

Os portos portugueses, pela sua localização geográfica e face aos investimentos realizados, poderão cada vez mais servir, na fachada Atlântica, os fluxos intercontinentais do Atlântico, via Mediterrâneo, novo canal do Panamá e Cabo, em articulação com as rotas marítimas de curta distância – com uma forte inserção no TMCD. Estão criadas as condições para se tornarem nodos importantes das rotas principais, intercontinentais, do transporte marítimo contentorizado, funcionando como centros de concentração e de distribuição de cargas, a nível europeu.

O TMCD, em Portugal, apresenta já muitas ligações consolidadas entre portos portugueses e europeus (atlânticos), nomeadamente no transporte por grosso de automóveis, contentores, alguns granéis sólidos e líquidos, combustíveis ou outros, no que é também designado por Autoestradas Atlânticas (AA). Ao TMCD são reconhecidas vantagens de economia ambiental, mas tem desvantagens de escala para os sistemas logísticos localizados em espaço nacional, obrigando à utilização de *stocks*, em detrimento e como alternativa às soluções de fluxo assentes no modo rodoviário –

conotadas como menos amigas do ambiente mas, apesar de tudo, e até ao momento, mais eficazes na ação (MOPTC, 2006). A integração de Portugal na Europa provocou um elevado aumento do volume e do valor das trocas com a Europa, embora quase metade deste aumento tenha sido com Espanha, sendo que, nesta área geográfica, o conceito de AA entre estes dois países contíguos não é possível dadas as pequenas distâncias envolvidas e o facto do modo rodoviário satisfazer mais adequadamente o transporte porta-a-porta. Quanto ao restante movimento rodoviário que ocorre com os países mais ricos do centro europeu, este realiza-se, fundamentalmente, em cadeias ou sistemas JIT, porta-a-porta, com o transporte de pequenas quantidades de cada vez, entregues diariamente ou várias vezes ao dia e com taxas de retorno otimizadas, minimizando o retorno em vazio. Verifica-se que tal leva a um crescimento, ano após ano, da alternativa rodoviária, polivalente e flexível, como comprovam os dados divulgados pelo INE em 2015 (www.ine.pt).

As características dos portos exigidas pelas várias atividades são naturalmente mais diferentes em dimensão do que em natureza, pois em todas elas há três condições essenciais: acesso ao mar, acesso ao *hinterlands* e existência de terraplenos para estabelecer eficazmente o interface mar/terra.

Como a maior parte da economia de um país depende da competitividade dos seus portos, para conseguir exportar o que precisa de vender e importar o que precisa de consumir, pelo mais baixo custo, os portos comerciais devem ser avaliados pelas três características essenciais indicadas.

Atendendo aos dois tipos de transporte marítimo que implicam diferentes exigências portuárias, o TMLD e o TMCD, vem que para o primeiro se exige profundidade nos cais, nos canais de acesso e nas bacias de manobra bastante generosas, embora dependentes dos tipos de navios que se prevê utilizar, enquanto para o segundo se utiliza navios de menor porte que lhes permita o acesso a muito mais portos e assim efetuar a distribuição por via marítima (Gouvelal *et al*, 2007), evitando o uso do meio rodoviário pesado, sempre que possível, e em complemento com o ferroviário e o fluvial, que são os meios menos poluidores e mais económicos, do ponto de vista energético.

Em Portugal, os portos de longo curso são Sines, Setúbal, Lisboa e Leixões, embora alguns destes com limitações.

Os costeiros, para além dos indicados para longo curso, são os de Aveiro, Figueira da Foz, e Viana do Castelo.

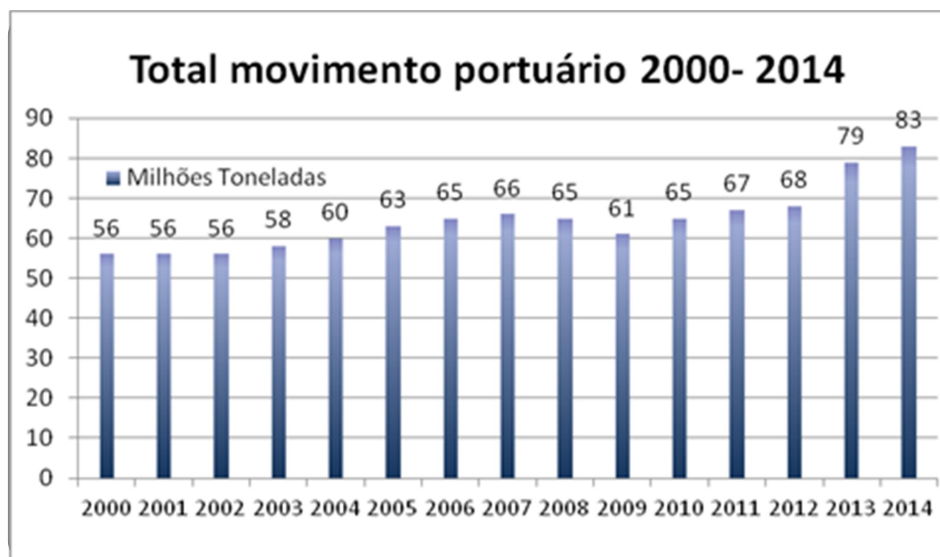


Gráfico 11: Total do movimento portuário de 2000 a 2014, em milhões de toneladas. Fonte: IMTT (www.imtt.pt).

De acordo com a síntese publicada pelo IMTT, relativo aos transportes em Portugal, a carga movimentada nos sete principais portos do continente, em 2014 (gráfico 11), atingiu 82,5 milhões de toneladas, valor anual mais elevado de sempre - mais 4% que o volume registado em 2013. Este crescimento foi impulsionado pela atividade dos portos de Setúbal, Aveiro e Leixões.

Os portos nacionais têm crescido continuamente nos últimos quatro anos, batendo sucessivos recordes anuais. O volume de carga movimentada pelos portos cresceu sucessivamente neste período de tempo, com um crescimento acumulado de 27%.

O crescimento do movimento da carga verificado em 2014 deveu-se aos portos de Setúbal, Aveiro e Leixões que registaram, respetivamente, variações de 15%, 13,5% e 4,1% (tabela 12). Os portos de Sines e da Figueira da Foz também registaram variações positivas, embora de expressão inferior à média, de 2,9% e 1,9%, respetivamente. Comparativamente a 2013, as únicas variações negativas foram registadas no volume de tráfego dos portos de Lisboa, que diminuiu 1,6% e de Viana do Castelo, que caiu 7,9%.

		2013		2014		Variação 2014/2013
		Quantidade	%	Quantidade	%	
Carga Movimentada (Tons)	Viana do Castelo	496355	0,6%	457140	0,6%	-7,9%
	Leixões	17186217	21,7%	18090196	21,9%	5,3%
	Aveiro	3956114	5,0%	4491267	5,4%	13,5%
	Figueira da Foz	2120142	2,7%	2160455	2,6%	1,9%
	Lisboa	12029679	15,2%	11841421	14,3%	-1,6%
	Setúbal	7008667	8,8%	8058046	9,7%	15,0%
	Sines	36513785	46,0%	37582941	45,5%	2,9%
	TOTAL	79310959	100,0%	82681466	100,0%	4,2%
Contentores (TEU)	Viana do Castelo	471	0,0%	180	0,0%	-61,8%
	Leixões	626189	28,5%	666669	26,5%	6,5%
	Aveiro	0	0,0%	0	0,0%	-
	Figueira da Foz	15897	0,7%	19728	0,8%	24,1%
	Lisboa	549302	25,0%	501730	19,9%	-8,7%
	Setúbal	70564	3,2%	103563	4,1%	46,8%
	Sines	931036	42,4%	1227694	48,7%	31,9%
	TOTAL	2193459	100,0%	2519564	100,0%	14,9%

Tabela 12: Estatísticas dos portos portugueses para movimento de carga e de contentores, em 2013 e 2014. Fonte: IMTT.

Por volumes absolutos, e ao nível do posicionamento relativo entre os vários portos, Sines manteve a posição cimeira, sendo responsável por 45,6% do total de carga movimentada, seguindo-se Leixões com 21,7%, Lisboa com 14,4% e Setúbal com 9,8%.

O movimento de contentores atingiu 2,52 milhões de TEU em 2014, superior em 14,8% ao valor registado em 2013, valor mais elevado de sempre neste segmento de tráfego. Os maiores crescimentos face a 2013 verificaram-se nos portos de Setúbal (mais 46,8%), Sines (mais 31,9%) e Leixões (mais 6,3%). Com os valores registados em 2014, o volume de TEUs quase que duplicou nos passados cinco anos, sendo que em Sines e em Setúbal, duplicou mesmo entre 2012 e 2014. O porto de Lisboa terminou 2014 com uma quebra de 8,7% comparativamente a 2013. O porto de Viana do Castelo, onde o tráfego de contentores tem pouco significado, registou uma quebra de 61,8%. O porto de Setúbal continua a refletir o efeito das duas linhas de serviço regular de contentores que ali iniciaram a atividade em dezembro de 2013.

No grupo de líderes, o porto de Sines mantém-se à frente deste segmento de tráfego, com um volume de TEU que representa 48,7% do movimento total, seguindo-se o porto

de Leixões com 26,5% e Lisboa com 19,9%. O peso relativo do porto de Setúbal neste tráfego situa-se em 4,1% do total.

4.7.1 Porto de Aveiro

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Aveiro foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.portodeaveiro.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto de Aveiro é um porto situado no distrito de Aveiro, inserido numa laguna que constitui a Ria de Aveiro. No cordão litoral que separa o mar da Ria, foi rasgado artificialmente, por obras marítimas, o canal da entrada da laguna, que é ladeado por dois molhes, um a norte e outro a sul, cujas cabeças estão afastadas 500 m.

Este porto fornece a região centro e norte de Portugal, assim como a zona centro de Espanha. É tutelado pela Administração do Porto de Aveiro (APA), sociedade de capitais exclusivamente públicos.

O porto de Aveiro tem os terminais indicados na seguinte tabela.

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Norte	Contentores + granéis sólidos e carga geral	Cais com 900 metros de comprimento; 328000 m ² de terraplenos; calados até 8 metros.
T. Sul	Granéis sólidos	Cais com 400 metros de comprimento; 47000 m ² de terraplenos; calados até 6 metros.
T. Granéis Líquidos	Granéis líquidos	Calado até 7 metros.
T. Contentores e Ro-Ro	Contentores e Ro-Ro	Cais com 450 metros de comprimento; 138000 m ² de terraplenos; calados até 10 metros e navios até 3000 TEUs

Tabela 13: Terminais existentes no porto de Aveiro. Fonte: www.portodeaveiro.pt

Para além dos terminais, o porto possui zonas preparadas para a circulação de pescado, algumas áreas que estão ocupadas por estaleiros navais e outras onde se verifica a construção de novas infraestruturas portuárias.

Em relação às acessibilidades terrestres, a rede principal de transportes que serve o porto é constituída pela autoestrada A1, que faz a ligação entre o Porto e Lisboa, a

autoestrada A17 (entre Aveiro e a Marinha Grande/A8) e a autoestrada A25, que permite a ligação de Aveiro a Vilar Formoso, passando pelo interior centro de Portugal, ligando ao centro de Espanha

Na rede ferroviária, conta com o ramal que liga à Linha do Norte, na cidade de Aveiro, a 10 Km.

Em 2009, foi inaugurado a ZALI (Zona de Atividades Logísticas e Industriais), no polo de Cacia, da Plataforma Logística Portuária de Aveiro, que se situa a cerca de 9 km do porto e inclui uma ligação direta à linha do Norte (Porto - Lisboa).

4.7.2 Porto da Figueira da Foz

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto da Figueira da Foz foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.portofigueiradafoz.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto da Figueira da Foz está situado no distrito de Coimbra, no troço final do estuário do Rio Mondego. A barra orientada para oeste, em zona de costa arenosa, está delimitada por dois molhes exteriores convergentes, sendo a distância entre as duas cabeças de 320 metros. Devido ao transporte aluvionar litoral, forma-se exteriormente, junto ao molhe norte, um banco de areia, que se estende de norte para sul, e cuja existência condiciona periodicamente a praticabilidade da barra, obrigando a recorrer a dragagens de manutenção. As entradas e saídas de navios funcionam também com limitações, em relação ao período diário, estando permitidas entre o nascer do sol e o pôr-do-sol, durante o período de 1 de Outubro a 30 de Abril e entre o nascer do sol e as 24 horas, entre 1 de Maio e 30 de Setembro. O calado máximo requerido aos navios que praticam a barra é de 5,5 metros (o que é uma grande limitação, para além das outras já indicadas).

Em virtude das grandes limitações da barra e do calado dos navios, este porto está vocacionado para o TMCD e igualmente para atividades de pesca e recreio. Atualmente,

oferece ligações marítimas regulares para Marrocos, França, Reino Unido, Holanda e Alemanha.

O Porto da Figueira da Foz serve o vasto *hinterland* económico da zona centro do país (é o porto mais próximo, entre outras, das cidades de Pombal, Coimbra, Leiria, Guarda, Castelo Branco e Tomar) e o centro de Espanha. Está localizado no corredor ibérico Portugal-Irún, que integra a rede transeuropeia de transportes e desempenha um importante papel nas ligações de mercadorias entre a Península Ibérica e o resto da Europa, com enfoque entre Castela e Leão e a região centro de Portugal. Este corredor é composto por diversas infraestruturas que se complementam entre si, nomeadamente:

- Porto da Figueira da Foz;
- Porto de Aveiro;
- A14, A13, A17/A8, A1, A25 e A23, em Portugal;
- A6, A62 e outras ligações a norte e a sul de Espanha;
- Linha da Beira Alta (ligação a Espanha) até Irún, na fronteira de Espanha com França.

Encontra-se articulado com as linhas do Norte, do Oeste e da Beira Alta, com ligação interna aos terminais.

O porto funciona como nó logístico da cadeia de abastecimento de um importante *cluster* português - as indústrias de celulose e papel (figurando nos seus principais clientes, uns dos maiores produtores mundiais de papel e pasta de papel). Conta com os terminais indicados na tabela seguinte:

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Carga Geral	Carga geral	Cais com 465 metros de comprimento; navios até 4500 GRT; calados até 5 metros.
T. Granéis Sólidos	Granéis sólidos	Cais com 180 metros de comprimento.
T. Produtos Betuminosos	Granéis líquidos tipo betuminosos.	27000 m2 de terraplenos; calados até 6,5 metros.
Doca Bacalhoeiros	Pesca + Construção e reparação naval	

Tabela 14: Terminais existentes no porto da Figueira da Foz. Fonte: www.portofigueiradafoz.pt

4.7.3 Porto de Leixões

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Leixões foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.apdl.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O Porto de Leixões é a maior infraestrutura portuária da região norte de Portugal e o segundo maior porto artificial de Portugal, construído nos finais do século XIX, tendo sido sucessivamente alargado e melhorado. Situa-se 4 km a norte da foz do rio Douro, no concelho de Matosinhos, perto da cidade do Porto, sendo enquadrado pelas povoações de Leça da Palmeira a norte e Matosinhos a sul. Opera 365 dias por ano, usufruindo de uma barra permanentemente aberta ao tráfego portuário, sem restrições de acesso por efeito das marés. A pilotagem é obrigatória tanto para a entrada como para a saída de navios, com a exceção das embarcações costeiras e de cabotagem nacional até 500 GRT, de pesca costeira local e das embarcações de recreio.

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
Cais convencionais	Granéis sólidos e carga geral	Doca 1 (Norte e Sul) + Doca 2 (Norte e Sul) + Doca 4 (Norte) + <i>Pipeline</i> para a Cepsa e Repsol
Cais Graneis Líquidos	Derivados de crude	
T. Petroleiros	Crude	Na mesma estrutura do quebra-mar norte; ligação por <i>pipeline</i> à refinaria de Leça da Palmeira.
T. Contentores Norte	Contentores	Cais com 360 metros de comprimento; capacidade de armazenagem de 4000 TEUs; calados até 10 metros.
T. Contentores Sul	Contentores	Cais com 540 metros de comprimento; capacidade de armazenagem de 15000 TEUs; calados até 12 metros.
T. Multiusos 1	Ro-Ro e Lo-Lo	Cais com 310 metros de comprimento; calados até 10 metros; terrapleno de 80000 m ² ; movimentação de equipamento até 360 Ton.
T. Multiusos 2	Carga geral	Cais com 155 metros de comprimento; calado até 10 metros.
T. Cruzeiros	Cruzeiros	

Tabela 15: Terminais existentes no porto de Leixões. Fonte: www.apdl.pt

À semelhança de Lisboa, encontra-se inserido numa área industrial que ajudou a fomentar. Em termos de carga geral, é o porto mais importante do país, o que não é de estranhar devido à forte dinâmica industrial da região norte. O facto de a área envolvente desta infraestrutura se encontrar densamente urbanizada, coloca entraves à sua expansão, o que poderá ser prejudicial para o progresso deste porto.

Ao nível de terminais, na tabela 15 estão indicados os existentes neste porto.

Para além dos terminais, nas instalações do porto situa-se igualmente a doca de recreio e o porto de pesca.

Em termos de acessibilidades, o porto de Leixões está localizado a 5 Km do aeroporto internacional Francisco Sá Carneiro. No domínio rodoviário, está conectado com os Itinerários Principais - IP1 e IP4 - e com os Itinerários Complementares - IC1/A28, IC 23 e A41. Ao nível das ligações ferroviárias, o porto encontra-se ligado à rede geral do país por intermédio da linha de cintura do porto, ligação essa estabelecida através da estação de Contumil.

Nos últimos anos, têm-se realizado investimentos importantes no porto e no melhoramento das acessibilidades terrestres do porto. Alguns desses investimentos centraram-se na construção da plataforma no terminal rodoviário do Freixieiro e a instalação de um terminal ferroviário ligado aos transportes marítimos. Estes investimentos foram importantes para o crescimento dos fluxos de tráfego de contentores rodoviários de e para Leixões.

O porto tem uma posição importante no tráfego de alimentação com destino e origem em Antuérpia, Roterdão e Felixstowe.

Verificaram-se ainda outros investimentos na estrutura marítimo-portuária, tais como no aumento da capacidade de navegabilidade do porto, revitalizações dos molhes, melhoria da acessibilidade rodoviária ao polo 1 e 2 da plataforma logística de Leixões, ampliação do terrapleno do terminal multiusos do porto de Leixões, novo terminal de cruzeiros do porto de Leixões, etc.

4.7.4 Porto de Lisboa

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Lisboa foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.portodelisboa.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto de Lisboa está localizado na foz do rio Tejo, numa zona em que o delta do rio é bastante largo, entre a parte norte, na zona de Lisboa (sendo a área metropolitana de Lisboa o maior centro de consumo do País) e as localidades situadas a norte da Península de Setúbal (margem sul do rio). Este estuário do Tejo configura-se um porto natural, numa bacia líquida que totaliza 32 mil hectares, com cerca de 25 km de comprimento e de 2 a 14 km de largura, tendo o principal canal de acesso ao porto uma profundidade de -15,5 m ZH. O porto opera 24 horas/dia, 365 dias/ano e é dotado de cais nas duas margens do Tejo, pelo que as atividades portuárias desenvolvem-se em ambas. Os terminais de cruzeiros situam-se relativamente próximos da zona central de Lisboa. Na margem norte está concentrada a movimentação de carga contentorizada, Ro-Ro e a maioria da carga fracionada. Na margem sul, estão localizados diversos terminais especializados nos graneis líquidos e sólidos.

O porto de Lisboa, ao longo do delta do rio, tem os terminais indicados na tabela 16.

Fazem parte do porto nove docas de recreio, todas na margem norte do Rio Tejo e os estaleiros, em maior número na margem sul - Alfeite, Margueira, Cacilhas e Seixal. Na margem norte, os mais importantes são os da Rocha do Conde de Óbidos (com doca seca) e o de Alverca.

Em termos de acessibilidades, o porto de Lisboa tem ligações às redes ferroviária e rodoviária de Lisboa e estas, por sua vez, às redes nacional e transeuropeia de transportes.

Na margem norte do Rio Tejo, o porto conta com um sistema viário interno organizado em torno de um eixo longitudinal principal, no qual entroncam vias próprias que servem os diferentes. A mesma via longitudinal é também intercetada pelo ramal ferroviário de serviço ao porto. A partir da cintura interna portuária existem diversas vias rápidas que desviam o trânsito da malha urbana: o eixo Norte-Sul, a CRIL, a CREL, a Segunda Circular, o IP7 e o IC32. O porto de Lisboa está igualmente conectado com os Itinerários Principais – o IP1 (acesso ao norte e sul do país), a A1 (acesso ao norte), a A2 (acesso ao sul do país), a A5 (corredor de Cascais) e a A8 (acesso à zona Oeste).

A margem sul é servida por diversas vias rápidas que facilitam o acesso das mercadorias às redes nacional e internacional de transportes: a A1 para escoar a carga

em direção ao norte, a A2 que serve o sul do país e ainda a A6 que alcança a Estremadura espanhola.

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Multipurpose Lisboa - St.ª Apolónia	Contentores	
T. Alcântara	Contentores e cruzeiros	Tráfego TMLD e TMCD
T. St.ª Apolónia	Contentores e cruzeiros	TMCD
T. Rocha Conde de Óbidos	Cruzeiros	
T. Banática	Granéis líquidos	
T. Porto Brandão	Granéis líquidos	
T. Porto dos Buchos	Granéis líquidos	
Estação de assistência naval do porto de Lisboa	Granéis líquidos	
T. Beato	Granéis sólidos	
T. Alhandra (Ibersol)	Granéis sólidos	
T. Alhandra (Cimpor)	Granéis sólidos	
T. Trafaria	Granéis sólidos	Capacidade 200000 Ton. Cereais; recebe navios Panamax e Capesize (navios acima de 180000 Ton. DWT).
T. Seixal	Granéis sólidos	
T. Multiusos do Beato	Granéis sólidos e líquidos	
T. Multiusos do Poço do Bispo	Granéis sólidos e líquidos	
T. Palença	Granéis sólidos e líquidos	
T. Barreiro	Granéis sólidos e líquidos	
Cais Avançado de Alcântara	Ro-Ro	

Tabela 16: Terminais existentes no porto de Lisboa. Fonte: www.portodelisboa.pt

Os principais acessos ferroviários que servem o porto de Lisboa são a linha do Norte (Lisboa-Porto) na margem norte do Rio Tejo e a linha do Sul e Sueste (Barreiro-Faro) na margem sul para aceder ao Algarve. O acesso do porto aos restantes países do continente europeu é estabelecido por via da linha do Norte, a qual se alia à linha do Minho (Porto-Valença) para alcançar o noroeste espanhol; por via da linha da Beira Alta (Pampilhosa-Vilar Formoso) para chegar ao centro e ao norte de Espanha e ao resto da Europa e por via do ramal de Cáceres (Entroncamento-Portalegre-Cáceres) com ligação direta à Estremadura espanhola e a Madrid.

4.7.5 Porto de Setúbal

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Setúbal foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.portodesetubal.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto de Setúbal é um porto natural situado no estuário do Sado, dispondo de condições naturais de proteção e de acesso marítimo. O porto opera 365 dias por ano, 24 horas por dia, dadas as suas condições intrínsecas de porto natural, sem problemas de entrada de barra.

Os movimentos de carga são de cerca de 65% de saída e 35% de entrada do volume total movimentado. Os principais destinos são a Argélia, Reino Unido, Colômbia, Brasil, Marrocos e Uruguai. Refira-se a importância da localização de grandes empresas industriais como a Autoeuropa, a Faurécia, a Portucel, a Sapec, a Secil, a Cimpor e a Somincor nos concelhos de Setúbal e de Palmela, muito contribuindo para o total de carga movimentado no porto.

As atividades portuárias desenvolvem-se por duas áreas principais:

A frente ribeirinha, onde se desenvolvem atividades relativas à pesca, recreio náutico, atividades culturais e de lazer.

A área comercial (ao longo de 11 Km), onde se desenvolvem atividades ligadas ao comércio marítimo, nos diferentes terminais portuários. O porto de Setúbal é constituído por diversos terminais, indicados na tabela 17.

O porto conta com acessibilidades rodoviárias de acesso direto à rede rodoviária nacional de autoestradas, em percurso externo aos limites urbanos da cidade de Setúbal e sem cruzamentos de nível com a ferrovia. As acessibilidades ferroviárias são asseguradas com uma ligação direta no interior dos terminais de carga geral, Ro-Ro e contentores.

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Multiusos Zona 1	Carga geral fracionada + Ro-Ro + Granéis sólidos + Contentores	
T. Multiusos Zona 2	Carga geral fracionada + Ro-Ro + Contentores	Cais com 725 metros de comprimento; calado até 15 metros.
T. Ro-Ro	Ro-Ro	Cais com 365 metros de comprimento; calado até 12 metros; Usado pela Auto-Europa
T. Sapec	Granéis líquidos e sólidos	
T. Secil	Cal e cimento	
T. Uralada Inversiones	Granéis líquidos	
T. Praias do Sado	Granéis líquidos e sólidos	
T. Tanquisado / Eco-oil	Granéis líquidos (combustíveis)	
T. Mitrena	Granéis sólidos	
T. Teporset	Granéis sólidos (cimento)	
T. Alstom	Carga geral fracionada	

Tabela 17: Terminais existentes no porto de Setúbal. Fonte: www.portodesetubal.pt

O porto foi alvo de uma série de melhoramentos em anos transatos, no sentido de aumentar as extensões dos cais e a profundidade para 25 metros. Estes trabalhos tiveram como objetivo um incremento no volume de negócio relacionado com o TMCD de alimentação e inter-regional, sobretudo com serviços *ferry* para carga geral em *trailer* e contentores para os portos do norte da Europa. Recorrentemente, o porto necessita de trabalhos de dragagem.

4.7.6 Porto de Sines

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Sines foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.portodesines.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto de Sines é o maior porto artificial de Portugal e o mais recente, criado no âmbito de um ambicioso projeto do estado novo: a plataforma industrial de Sines. A sua construção teve início em 1973 e entrou em exploração em 1978. É um porto aberto ao mar constituído por dois molhes de abrigo, denominados por Molhe Oeste (com 2 mil metros e orientação N-S) e por Molhe Leste (com 2,2 mil metros e orientação NW-SE). Dispõe de fundos naturais não sujeitos a assoreamento, operando 365 dias por ano, 24

horas por dia com vocação, sobretudo, para o aportar de navios de grande calado e porte devido à inexistência de restrições de fundo. Como tem fundos naturais até -28 m ZH é classificado como porto de águas profundas, com terminais especializados para o processamento de diferentes tipos de carga. Para além de ser o principal porto na fachada atlântica de Portugal, devido às suas características geofísicas, é a principal porta de entrada de abastecimento energético de Portugal: contentores, gás natural, carvão, petróleo e seus derivados.

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Granéis Líquidos	Granéis líquidos	Navios até 750000 Ton. DWT; possui <i>Pipeline</i> até à ZILS
T. CLT	Granéis líquidos (ramas e outros derivados de petróleo)	6 postos de acostagem; calados até 28 metros.
T. Petroquímica	Produtos petroquímicos	Com oleoduto até à ZILS; 2 postos de acostagem; calado até 12 metros; permite navios até 20000 m3.
T. Multipurpose	Carga geral, graneis sólidos, Ro-Ro	Cais com 645 metros de comprimento; calado até 18 metros; navios até 190000 Ton. DWT.
T. Gás Natural	Gás natural	Ponto de entrada de mais de 50% do gás em Portugal; calado até 15 metros; permite navios metaneiros até 165000 m3.
T. XXI - T. Contentores	Contentores	Cais com 730 metros de comprimento; calado até 17 metros; operado pela PSA (Port Singapore Authority); 6 pórticos com capacidade Super Post Panamax e Post-Panamax.

Tabela 18: Terminais existentes no porto de Sines. Fonte. www.portodesines.pt

Relativamente aos Terminais, o porto de Sines tem as infraestruturas, indicadas na tabela 18.

Relativamente ao *hinterland*, existem ligações diretas do TXXI às redes nacionais ferroviárias e rodoviárias, fazendo parte do Eixo Prioritário n.º 16 Sines/Madrid/Paris da RTE - Rede Transeuropeia de Transportes. Por outro lado, para dar resposta às projeções de crescimento, encontra-se em implementação um plano de evolução e expansão das acessibilidades rodo-ferroviárias, que que permitirão garantir a correta intermodalidade para as ligações nacionais e para o interior de Espanha, com interface numa doca seca nas imediações de Madrid.

O porto de Sines conta ainda com um porto de pesca e um porto de recreio.

Sines situa-se numa das regiões menos desenvolvidas da Península: o Alentejo, em termos de território nacional e a Extremadura, em Espanha. Desta forma, tem um *hinterland* imediato economicamente debilitado que pouco contribuirá, no curto prazo, para uma dinamização da atividade portuária.

Cerca de 12 milhões de euros serão aplicados nas obras de aumento dos fundos na bacia do terminal de contentores de Sines, em 2015, preparando esta infraestrutura portuária para operar os navios porta-contentores de maiores dimensões e que exigem profundidades de água superiores a 17 metros.

De grande relevo para o porto foi o facto da aliança P3 (Maersk, MSC e CMA CGM) escolher Sines como o porto para operar em Portugal, com serviços de transbordo de contentores, com ligação ferroviária a Madrid e daí para o resto da Europa.

Em 2015, o porto deverá operar 1,5 milhões de TEUS contra 1,2 milhões de TEUS operados em 2014.

4.7.7 Porto de Viana do Castelo

Na identificação dos elementos caracterizadores do porto de Viana do Castelo foram usadas as informações presentes na página do porto (<http://www.apvc.pt/>), na página dos Portos de Portugal (www.portosdeportugal.pt) e na apresentação de Cacho (2012).

O porto de Viana do Castelo situa-se junto à cidade com o mesmo nome, no delta que antecede a foz do rio Lima, sendo por isso um porto natural, sem condicionantes de barra para a entrada de navios (em média, o porto encerra à navegação apenas 3 dias por ano por razões meteorológicas). Na margem sul do rio, localiza-se o porto comercial, que opera 24 horas por dia, 365 dias por ano. Possui capacidade para a movimentação de mais de 900.000 toneladas de carga por ano, recebendo navios com comprimento até 180 metros e até 8 metros de calado. Movimenta carga geral fracionada (alumínio, aço, madeira em paletes, etc.), granéis sólidos (cimento, fertilizantes, caulino, etc.), granéis líquidos (asfalto) e carga Ro-Ro. Na margem norte, encontram-se o porto de pesca e o de recreio, assim como os Estaleiros Navais de Viana do Castelo (ENVC). Os estaleiros

navais estão aparelhados para a construção e reparação de navios químicos, petroleiros, porta-contentores, carga geral além de navios de guerra.

Ao nível dos terminais, o porto está dotado das infraestruturas, indicadas na tabela seguinte:

Terminal	Carga movimentada no Terminal	Observações
T. Ro-Ro	Ro-Ro + contentores	Cais com 245 metros de comprimento; terraplano com 3000 m ² .
T. Granéis Líquidos	Asfalto	15 tanques com capacidade total de 6250 m ³ .
T. Cimento (Cecisa)	Cimento e cinzas	12900 m ² de área com 3800 m ² de terraplano e 16 silos com capacidade de 50000 Ton.
T. Cimento (Secil)	Cimento a granel	Capacidade de armazenagem de 6000 Ton.

Tabela 19: Terminais existentes no porto de Viana do Castelo. Fonte: www.apvc.pt

O porto dispõe igualmente de um porto de recreio, um porto de pesca e um porto industrial (de apoio aos ENVC). Os ENVC é uma empresa de construção e reparação naval de tamanho médio, em atividade desde 1944. Ocupa uma área de implantação de 250.000 m², da qual 50.000 m² correspondem a área coberta. Emprega aproximadamente 850 trabalhadores, sendo o maior estaleiro de construção naval de Portugal.

A rede viária estruturante do *hinterland* do porto é constituída pela A28 (Porto – Viana do Castelo, 77 Km), A28 (Viana do Castelo – Vila Nova de Cerveira, 35 Km), EN13 (Vila Nova de Cerveira – Valença, 18 Km), IP9/A27 (Viana do Castelo – Ponte de Lima, 30 Km), IP1/A3 (Ponte de Lima – Valença, para Norte, 39 Km), IP1/A3 (Ponte de Lima – Braga, para sul, 42 Km).

A rede ferroviária estruturante do *hinterland* do porto é constituída pela linha do Minho, com ligação a Braga pelo ramal de Nine – Braga e a Guimarães pelo ramal Lousado – Guimarães. No Porto, tem ligação com outras linhas, como a do Douro ou a do Norte.

Entre os investimentos realizados nos últimos anos, destaca-se as melhorias das acessibilidades marítimas, com as dragagens de manutenção na barra e canal de acesso, assim como o recondicionamento do molhe exterior, os novos acessos rodoviário e ferroviário ao porto comercial, entre outros.

A partir do dia 1 de janeiro de 2015, a empresa centenária APDL - Administração dos Portos do Douro e Leixões, SA, passou a denominar-se APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, S.A., em resultado da fusão por incorporação da APVC – Administração do Porto de Viana do Castelo, S.A., que se extinguiu, na APDL, S.A.

4.8 Conclusões

Com os portos asiáticos a assumirem cada vez mais relevo no transporte marítimo mundial, cabe aos europeus adaptarem-se continuamente às contingências de mercado. Para os portos portugueses, trata-se não só de um processo de adaptação mas também de tornar em vantagens competitivas a sua posição geoestratégica para mercados emergentes, como os da América do Sul e alguns países de África. A outra alternativa de crescimento é potenciar os seus *hinterlands* ao nível peninsular. Só assim os portos portugueses poderão crescer face ao *handicap* de Portugal, que se encontra afastado do centro económico nevrálgico europeu, em torno da *Blue Banana*.

Face ao exposto neste capítulo, cada porto compete por uma posição nas hierarquias relativas que se estabelecem, quer como portos de entrada, quer como portos que estabelecem relações entre si, dinamizando assim o tráfego de alimentação ou o intereuropeu, de TMCD. Contudo, as mercadorias têm sempre uma origem ou destino de carga em terra, pelo que o facto de o *hinterland* ser mais ou menos dinâmico, maior ou menor, vai igualmente influenciar a posição do porto na hierarquia. Estas dimensões do *hinterland* são fundamentais para a necessária massa crítica que leva ao estabelecimento de serviços de linha e concomitantemente para o estabelecimento de ligações a outros portos. A outra vertente ligada ao *hinterland* é a rede de transportes que serve o porto: que modos estão presentes, como se processa a intermodalidade, quais os custos associados, quais os destinos possíveis? E, muito importante num ato de gestão e decisão de logística - qual o custo de cada solução? Nos capítulos seguintes apresenta-se um modelo para identificar os custos associados ao transporte de um contentor, por modo rodoviário. Esta escolha baseia-se no facto de este ser o modo terrestre predominante de transporte de carga em Portugal e pela equiparação que esta

carga unitizada permite face a outros tipos de carga que podiam ser estudadas, como os granéis líquidos ou granéis secos. No capítulo 6, são apresentados os resultados das diferentes simulações efetuadas, permitindo assim conhecer os potenciais *hinterlands* dos portos portugueses, tendo sempre presente que os mesmos apresentam vicissitudes próprias. Sem pretensão de uma análise exaustiva, indicam-se alguns exemplos tais como a falta de dinamismo do *hinterland* de Sines, os problemas de barra no porto da Figueira da Foz impeditivos de utilização por navios de grande calado e DWT, mormente o excelente posicionamento geográfico do porto, associado a volumes de mercadorias movimentados muito baixos, a par do porto de Viana do Castelo. Já nos portos maiores, assiste-se à tentativa de crescimento do porto de Aveiro, a despertar o interesse de operadores logísticos não nacionais, mas ainda longe dos valores dos portos de Leixões, Lisboa e Setúbal. Leixões, com diversos investimentos ao nível de terminais e plataformas nas imediações do porto, bem como de promoção de uma maior intermodalidade no porto, sofre com a limitação do ZH máximo de -12 metros, não tendo um terminal preparado para receber navios Post-Panamax, numa relação extremamente dinâmica com o tecido empresarial presente no seu *hinterland*. Setúbal, com bastantes terminais, beneficia das condições naturais do seu porto e tem uma relação privilegiada com o *cluster* do automóvel, situado sobretudo nos concelhos de Setúbal e Palmela. Lisboa, tem perdido movimento de carga nos últimos anos, mas beneficia do interesse turístico em franco crescimento da capital portuguesa, com a cidade a ser cada vez mais escalada pelos navios de cruzeiro.

Capítulo 5 – Definições e dados usados na construção do modelo para identificação dos potenciais *hinterlands* dos portos, considerando o transporte de contentores em modo rodoviário.

5.1 Introdução

Neste capítulo, começa-se por efetuar uma breve análise do conceito de modelos e sua utilidade, com enfoque nos modelos de transporte e a utilidade do algoritmo do caminho mínimo de Dijkstra. Procede-se, em seguida, à explicação do modelo usado e as premissas do mesmo, para cálculo do custo mínimo, de uma matriz O/D, com as origens nos concelhos de Portugal Continental e os destinos nos portos (com capacidade de processar carga contentorizada) e vice-versa. O modelo foi criado por forma a determinar os *hinterlands* dos vários portos. Vários critérios podem e são utilizados para definir esse *hinterland*, dado que a noção de ‘custo’ usada no modelo variou. O programa construído para resolver a matriz de 278 concelhos por 7 portos, foi preparado para calcular a distância mínima, o tempo mínimo, o custo interno mínimo e o custo externo mínimo ou outra grandeza associada à rede levantada.

Para os custos internos e externos, são indicados os valores considerados de acordo com os itens identificados em 3.3 e 3.4, explicitando-se as considerações usadas, por forma a tentar adaptar à realidade portuguesa, valores de estudos efetuados noutros países.

No final, é apresentado um quadro resumo do valor considerado para cada um dos itens e principais observações, bem como a análise do custo de operação com a variação do preço do combustível e quantidade consumida.

5.2 Algumas reflexões sobre modelos

Se existem áreas do conhecimento em que a observação é suficiente para a descrição da realidade, noutras a análise tem que ser mais complexa e vasta. Uma das ferramentas

possíveis para descrever o real são os modelos. O seu uso permite que o real se torne descritível qualitativa e quantitativamente, no todo ou em parte.

Fruto da reflexão e do conhecimento acumulado, a estrutura dos modelos nasce da formulação de hipóteses.

Segundo Gilbert *et al* (2000), um modelo é uma descodificação de entidades perceptíveis através das quais as abstrações da teoria talvez sejam conduzidas para explicar alguns aspectos do universo (...) numa tentativa de compreendê-lo, ou seja, um modelo serve para retratar o real de forma mais simples – o sistema em estudo –, devendo incluir as principais características do que representa. Um modelo sugere uma abstração da realidade, que deve ser alcançada através de um conjunto de pressupostos consistentes e relevantes, visando a simplificação do fenómeno estudado. O grau de abstração vai depender do objetivo da construção do modelo, dos resultados a atingir, dos meios para a recolha de dados e do grau de detalhe desejado. No processo de aprendizagem o poder de abstração é fundamental, uma vez que, para se perceber a imensa variedades de formas, estruturas, comportamentos e fenómenos residentes no nosso universo, é necessário eleger os aspetos mais relevantes e importantes de acordo com o objeto de estudo e, posteriormente, descrevê-los, classificá-los e quantificá-los de forma conveniente.

Citando Capra (1975), o conhecimento racional assenta num conjunto de símbolos e conceitos abstratos, representado por uma estruturação linear e sequencial associada ao nosso pensamento e à nossa fala.

A construção destes “simuladores do real”, baseados em estruturas hipotéticas, permite que o que acreditamos ser o mundo, esteja vinculado a uma teoria geral que determinará e tornará cognoscível o seu comportamento. A teoria geral para o objeto em estudo deve ter a capacidade de ser replicável a qualquer parcela da representação da realidade, o que é garantido através de uma estrutura lógica - elementos conceituais que possam ser racionalizados. Por isso, não se aplica diretamente aos objetos reais, mas a uma representação destes, os objetos-modelo.

A lógica que permite relacionar um objeto-modelo e uma teoria geral é a base da construção de um modelo teórico de uma parcela da realidade. O seu principal objetivo é explicá-la e torná-la compreensível ao indivíduo.

Existem dois propósitos pelos quais os modelos são geralmente criados: análise e previsão. As análises objetivam buscar a explicação do comportamento do sistema existente, conhecer a realidade. A partir de um conjunto de pressupostos, derivam certas “leis” que permitem explicar e descrever um dado fenómeno, com maior ou menor grau de detalhe, de acordo com a riqueza de dados do modelo, tempo e meios financeiros disponíveis. As previsões sugerem a possibilidade de prever os efeitos da mudança em algumas magnitudes do sistema (Furnish e Wignall, 2009). A validade de um modelo poderá ser avaliada por diversos critérios. Alguns exemplos são: o poder preditivo, a consistência e o realismo desses pressupostos, o grau de informação que o mesmo dá, sua generalidade (isto é, a gama de casos aos quais o mesmo se aplica) e sua simplicidade (NRA, 2011). O desempenho preditivo é relevante no momento em que o objetivo do modelo é a previsão dos efeitos de uma dada mudança nas variáveis. O realismo dos pressupostos e a capacidade explicativa são características importantes do modelo, caso o objetivo do mesmo seja a explicação do atual comportamento do sistema. Idealmente, um modelo deve atender a ambos os critérios: deverá ser o que melhor prevê a conduta do sistema, bem como fornecer a mais completa explicação para esse comportamento.

O ato de construir e idealizar um modelo obriga o modelador a conhecer e compreender o objetivo que pretende alcançar, sem ambiguidades de quem ou do que está a ser modelado, além de exigir uma correta seleção dos elementos que farão parte da abstração a usar. O modelador deve definir o principal objetivo do modelo antes de o construir. Deve então criar o modelo de forma a atingir a meta inicial, mesmo que essa linha de ação o torne inadequado para objetivos secundários. O número e a natureza dos pressupostos do modelo, o grau de detalhe (ou nível de agregação) e a quantidade de informação que este produz dependerão diretamente do objetivo da criação do modelo (NRA, 2011).

Os modelos apresentam também uma dimensão heurística, na medida em que, criado para explicar e fazer compreender uma parte da realidade, são factíveis de evolução e capazes de assegurar a perceção de outros aspetos não imaginados antes da sua elaboração.

Strchowiak (1972) identificou três características primárias dos modelos:

- a) Característica de mapeamento – os modelos sempre modelam alguma coisa, ou seja, são representações de “originais” (ou “protótipos”), artificiais ou naturais.
- b) Característica de redução – os modelos geralmente não mapeiam todos os atributos do original que representam, mas unicamente os que são indispensáveis ao modelador.
- c) Característica de pragmatismo – os originais pertencem a uma classe diferente da do modelo. Os modelos são válidos num dado intervalo de tempo e de acordo com certos objetivos, subjugados a um interesse no conhecimento factual e dependente de operações mentais.

Para Chorley e Hagget (1975), a característica mais importante dos modelos é que a sua construção implica uma atitude altamente seletiva em relação às informações, na qual não só os aspetos menos importantes como as interferências devem ser ignorados, permitindo a observação do âmago das coisas. Fruto desta visão seletiva existirá uma aproximação à realidade que, pela eliminação de detalhes acidentais, permite que outros aspetos fundamentais se sobrelevem e destaquem.

Conforme refere Souza e Dodebei (1993), “por serem os modelos diferentes do mundo real, são então analogias que permitem reformular o conhecimento sobre alguns aspectos do mundo real numa forma mais familiar, simplificada e acessível, observável e facilmente formulada ou controlável, da qual se pode tirar conclusões que, por sua vez, possam ser aplicadas no mundo real. A reaplicação é um pré-requisito dos modelos nas ciências empíricas”.

5.3 Modelos de transporte

A modelação tem o potencial de fornecer ao sector dos transportes um conhecimento quantificado de questões atuais e futuras e também de prever os efeitos prováveis das políticas e estratégias de transportes. Isto reveste-se de especial importância se o objetivo for melhorar as ligações entre diferentes partes do sector e se as ações futuras forem coordenadas e integradas.

A modelação é, por vezes, bastante complexa, dependendo do sistema de transportes que está a ser estudado e dos objetivos desse estudo. Cada vez mais os modelos são

usados considerando o contexto económico e social. Contudo, têm também que responder aos efeitos das externalidades ambientais resultantes dos transportes.

Para usar os modelos com sucesso, é necessário o conhecimento sobre as gamas de técnicas de modelação disponíveis, assim como a compreensão da capacidade e adequação de modelos para diferentes tarefas, circunstâncias e desafios.

Um modelo de transporte é atualmente uma representação, normalmente baseada em computador, da circulação de pessoas e bens (viagens) em torno de uma rede de transportes. Destina-se a fornecer uma indicação de como irão ser as viagens, ao longo do tempo, de acordo com as alterações que se façam na rede de transporte.

Um modelo de transporte pode servir várias funções. Pode auxiliar no desenho de uma rede, ajudar a determinar qual a opção mais adequada para um determinado esquema de transportes e fornecer os dados necessários para a avaliação económica e ambiental.

Antes da alocação de recursos ser usada para a recolha de dados e para a construção do modelo, deve ser dada especial atenção à natureza das opções que são suscetíveis de serem testadas e o nível necessário de detalhe das análises. Em resumo, o modelo deve servir para o efeito designado e a complexidade desnecessária deve ser evitada. Isto começa com o objetivo de esclarecer a tarefa, o âmbito do problema ou problemas que estão sendo considerados e a natureza dos objetivos a serem tratados. Só depois de o âmbito e objetivos serem completamente entendidos, é que se pode passar à recolha de dados e requisitos analíticos, para posteriormente determinar a técnica de modelação a usar.

Ao nível dos requisitos, um modelo de transporte tem de ser capaz de refletir, num grau aceitável de detalhe, a situação de transporte existente, como observado na realidade. Tal pode ser medido em termos de padrões de viagem, número de veículos nas estradas, os tempos de viagem reais e a localização e extensão de qualquer congestionamento, entre outros. Além disso, o modelo deve possuir mecanismos que possam refletir o crescimento previsto no número de viagens e também as mudanças na infraestrutura de transportes (por exemplo, novas estradas) ocorridas ao longo do tempo.

Ao considerar o objetivo do modelo de transporte, torna-se fundamental colocar as seguintes perguntas básicas:

- Qual é a natureza do esquema de transportes a ser avaliado?
- Onde está localizado e em que tipo de ambiente?
- Qual é a área provável de influência do esquema de transportes?
- Que modos de transporte são suscetíveis de serem afetados pelo esquema de transportes?
- Que tipos de resultados são necessários a partir do processo de modelação?

As respostas a estas perguntas devem conduzir a uma decisão quanto a saber se um modelo é necessário e, em caso afirmativo, que forma ele deve tomar.

O modelo de transporte ‘clássico’ consiste em quatro etapas principais: atração / geração (ou origem / destino), distribuição, escolha do modo e atribuição. É um modelo de previsão. Devemos considerar também os modelos de análise “what-if”: se temos a ação A, qual o efeito ou efeitos da mesma?

Devido à sua estrutura, os modelos de transporte convencionais (que são de previsão), tendem a ser úteis para analisar as condições atuais, prevendo o efeito futuro de estratégias de tipo ‘*business as usual*’ e para testar o desempenho de opções de melhoria de rede. Estes modelos são predominantemente aplicados como parte dos programas detalhados das decisões de investimento. Existe um potencial significativo para este tipo de modelo desempenhar um papel crescente no desenvolvimento de políticas e estratégias, que será mais rico quanto mais características forem incorporadas na sua construção (Viegas, 2000).

Os modelos de transporte convencionais replicam os níveis atuais de procura, os padrões de movimento e capacidades do sistema, no sentido de formar uma representação detalhada do sistema de transporte para fins de análise e previsão. Esta representação detalhada fornece um recurso potencialmente poderoso para a previsão e para fins de política e desenvolvimento de estratégias (Furnish e Wignall, 2009).

No entanto, mesmo se os modelos de transporte convencionais forem significativamente ampliados em termos de capacidade, algumas opções de política e estratégia continuarão a ser difíceis de testar na totalidade, usando uma abordagem de quatro etapas. Os modelos de transporte convencionais, portanto, precisam de ser complementados por outras técnicas, como a modelação simplificada.

Os modelos simplificados podem ser considerados como representações altamente agregadas do sistema de transportes, com a capacidade de responder a mudanças nas políticas ou estratégias, e prever as variações resultantes da procura. Isto significa que uma gama mais ampla de testes, opções de política e estratégia podem ser realizadas, utilizando modelos simplificados, do que seria possível usando modelos de transporte convencionais, com as 4 etapas. Podem ser construídos utilizando uma variedade de fontes, dependendo da finalidade do estudo e da disponibilidade de dados. Estes modelos têm o potencial de fornecer um resultado eficaz, de forma rápida e flexível, com um custo reduzido, podendo complementar os resultados de modelos convencionais.

Estes modelos são suscetíveis de constituir uma mais-valia, caso forneçam uma visão geral dos problemas de transporte, fazendo com que as técnicas de modelação sejam mais acessíveis e permitindo lidar melhor com questões de preços e comportamentais, do que os métodos de cálculo alternativos.

Ao nível da funcionalidade, os modelos podem ser classificados em três níveis:

- Os modelos estáticos, que refletem os volumes de tráfego com base nos fluxos das ligações. Tais modelos não tentam efetuar qualquer atribuição de rota, e, portanto, só são aplicáveis para as pequenas redes onde nenhuma mudança nos fluxos de tráfego resultará de um esquema proposto.
- Modelos de atribuição, que repartem matrizes de procura pelas redes de transportes, reproduzindo, assim, a escolha de rota por veículos para cada par origem-destino;
- Modelos de procura variável, que replicam a procura onde tal pode ser esperado como o resultado de um esquema de transportes. Por exemplo, no estudo do sistema de transportes de grandes cidades ou em redes de estradas congestionadas. Estas respostas de procura aqui consideradas compreendem alterações nas rotas das viagens, custos associados, escolha do destino e modo de viagem. Os complexos sistemas de transporte, em áreas urbanas densas que têm modos de transporte concorrentes, como acontece nas cidades, são suscetíveis de justificar uma abordagem de modelação de procura variável.

Geralmente, o *output* da maioria dos modelos pode ser produzido em formatos de fácil compreensão, sumarizados e capazes de fornecer previsões úteis do desempenho potencial da política e opções de estratégia.

A fim de tentar prever o que vai acontecer ao longo do tempo, é essencial que o modelo possa fazer suposições sobre como serão as reações das pessoas a essas mudanças. Um modelo pode, portanto, nunca ser preciso acerca do futuro e nunca deve ser apresentado como tal.

O modelo utilizado neste estudo enquadra-se nos modelos simplificados e, quanto à funcionalidade, constitui um modelo de atribuição, dado que reproduz a escolha de rota de um dado veículo, de acordo com um critério pré-definido, para cada par origem-destino.

Partindo da estrutura de um problema de transportes (PT), ter-se-á:

- Origens, onde existe um bem ou serviço disponível (em quantidades limitadas);
- Destinos, onde esse bem ou serviço é necessário;
- Existem, e são conhecidos, custos unitários de “transportar” entre cada origem e cada destino;
- O objetivo é determinar a política ótima de transportes, isto é, aquela que satisfazendo as necessidades e respeitando as disponibilidades, minimiza o custo total de transporte.

A resolução de um PT baseia-se num modelo de programação linear, o que implica o uso do método Simplex (algoritmo de programação linear criado por George Dantzig em 1951, que trabalha com restrições e necessidades e com o objetivo de se atingir ou um máximo ou um mínimo). São problemas com uma estrutura particular, que levam ao desenvolvimento de um algoritmo específico, que tira partido dessas particularidades, baseado no Simplex e noutros conceitos de programação linear avançada.

Uma das técnicas disponíveis para a resolução de modelos simplificados é usar a abordagem dos problemas de caminho mínimo. Estes problemas consistem em determinar o caminho mais curto entre o nó de entrada e o nó de saída de uma rede. A cada ramo (i,j) está associada uma “distância” não negativa d_{ij} . É admissível que d_{ij} seja diferente de d_{ji} .

De forma resumida, trata-se de um problema de fluxos, reinterpretado como um problema de envio de uma unidade de um bem, do nó de entrada para o nó de saída, minimizando o custo de transporte, em que d_{ij} representa o custo unitário de transporte de i para j . Pode ser formulado e resolvido como um problema de programação linear.

O algoritmo mais conhecido para resolver este problema é o algoritmo de Dijkstra (Dijkstra, 1959). Serve para encontrar os caminhos mais curtos, seguindo o princípio da programação dinâmica; o caminho mais curto para um novo nó é o caminho mais curto para o seu antecessor mais o custo do arco do predecessor para o novo nó. Se se adiciona um “novo” caminho para o nó "novo" que já possui um caminho para ele, o custo apenas é atualizado se o “novo” custo for mais baixo do que o que já era conhecido. Combinado com uma abordagem que avalia todas as formas possíveis de alcançar um novo nó em cada iteração do algoritmo, garante-se assim que após cada iteração os caminhos e os custos para nós recém-adicionados são mínimos.

De forma mais detalhada, o algoritmo funciona da seguinte forma:

Atribuição a todos os nós de uma etiqueta, que poderá ser:

- Provisória – limite superior para a distância mais curta entre o nó de entrada e o nó em causa (menor distância conhecida até ao momento);
- Definitiva – distância mais curta entre o nó de entrada e o nó em causa.

Os passos do algoritmo são:

1. Atribuir uma etiqueta definitiva ao nó de entrada, com valor 0, e etiquetas provisórias a todos os outros nós, com valor igual a ∞ ;
2. Seja k o nó que mais recentemente recebeu uma etiqueta definitiva. Para todos os nós i ainda com etiquetas provisórias, calcule-se o valor da etiqueta definitiva de k mais a distância direta entre k e i (d_{ki}). O mínimo, entre este valor e a anterior etiqueta provisória do nó i , é tomado como nova etiqueta provisória de i .
3. Selecionar a menor das etiquetas provisórias e declará-la permanente. Se for o nó de saída, determinou-se a distância mínima, terminando o algoritmo. Caso contrário, volta ao ponto 2.

Para determinar a sequência de nós que forma o caminho com distância mínima, deve-se, retrocedendo a partir do nó de saída, procurar os nós com etiquetas permanentes, cuja diferença é igual à distância associada ao arco que os une.

O algoritmo tenta transformar as etiquetas provisórias em definitivas. Quando o nó de saída tiver uma etiqueta definitiva, o problema foi resolvido.

5.4 Premissas do modelo construído

Como o objetivo principal desta investigação é conhecer o potencial *hinterland* dos portos para o transporte rodoviário de carga contentorizada, com suporte na rede principal de estradas de Portugal Continental, assim como perceber de que forma certas concessões rodoviárias, um novo troço de uma estrada ou alterações na rede influenciam esses *hinterlands*, foi construído um modelo que permite aferir essa relação.

O modelo baseia-se no problema do caminho mínimo, com a resolução sustentada no algoritmo de Dijkstra.

Com recurso ao modelo é possível o cálculo de custos (ou outra grandeza, como distância ou tempo) para o transporte de cargas contentorizadas, por via rodoviária – transporte pesado de mercadorias – no espaço nacional, entre as capitais de concelho e os portos nacionais com capacidade de efetuarem o processamento de cargas contentorizadas, baseado na rede de estradas existente (autoestradas, itinerários principais, itinerários complementares e estradas nacionais). Não foi considerado o *foreland* do porto, ou seja, num movimento de exportação, o destino da carga não foi considerado, partindo-se do princípio que qualquer carga poderia ser processada por qualquer porto para qualquer destino (e princípio análogo para os movimentos de importação).

Relativamente ao Programa Rodoviário Nacional atual e aos anteriores, com a passagem da tutela e gestão corrente de certas E.N.s para o domínio municipal, as mesmas passaram a ter a designação de E.R. – Estrada Regional. No levantamento efetuado das estradas, foram tratadas todas como E.N.s, independentemente da tutela da estrada. No levantamento de algumas estradas, verificou-se que existiam diferentes nomes para a via ao longo da mesma, tal como E.N. XYZ e E.R. ABC, que correspondiam aos troços sob a tutela da Infraestruturas de Portugal (empresa pública que resultou da fusão entre a Rede Ferroviária Nacional – REFER, E.P.E. e o E.P. – Estradas de Portugal) ou da tutela de municípios.

Em relação ao modelo clássico de transportes, com as 4 etapas (origem / destino, distribuição, escolha do modo e atribuição), as origens foram definidas como as sedes de concelho (278 concelhos de Portugal Continental), sendo os destinos os portos (os 7

portos identificados no capítulo 4). A matriz de custos construída é independente do sentido de circulação das mercadorias, ou seja, se a matriz O/D for associada a um movimento de exportação, os resultados serão iguais para os movimentos de importação – não contabilizando os custos portuários – dado que se considerou o transporte até à portaria do porto, sem incorporar custos e taxas portuárias. A distribuição e a escolha do modo foram reduzidas a 100% de utilização do transporte rodoviário pesado. Quanto à atribuição, será a estrutura de custos a ditar qual a rede a ser utilizada para cada par O/D, utilizando um algoritmo de caminho mínimo, no qual se baseia o modelo.

A criação de um modelo de transporte pode ser caro e demorado de construir, particularmente em termos da recolha dos dados necessários. Assim, é sensato considerar que forma ou escala deve tomar. No caso do modelo construído, foi considerada a escala do território de Portugal Continental, conforme já referido.

Como origem para cada concelho foi escolhida a sede do mesmo, com uso das coordenadas do centróide definido geograficamente pelo sistema do Google Earth. Poderia haver outras escolhas associadas aos concelhos, nomeadamente as zonas industriais, pois serão os principais pontos reais de uma matriz O/D nos movimentos de importação e exportação de carga com recurso a transporte por contentor. Como é normal (em muitos concelhos) haver mais do que uma zona industrial, a escolha de apenas uma por concelho tornar-se-ia difícil, e daí a opção pelas sedes de concelho. Num estudo mais específico sobre um dado concelho, o modelo poderá ser estendido a uma zona industrial ou outro local, com inclusão das vias de ligação ao mesmo, mas não é esse o seu objetivo definido no presente trabalho.

Os portos escolhidos como destino foram os 7 indicados no capítulo 4, dada a sua capacidade teórica de processarem carga contentorizada – ignorando os valores reais de carga contentorizada que cada um processa. Outro motivo para incluir o porto da Figueira da Foz e o porto de Viana é o facto de o primeiro trabalhar em parceria com o porto de Aveiro e o segundo estar atualmente sob a mesma administração do porto de Leixões. As coordenadas geográficas usadas no modelo, para cada porto, correspondem ao ponto de interface dos mesmos com a rede de estradas públicas (portaria do porto). Nos casos em que um porto tem mais do que um local para a movimentação de cargas contentorizadas, foi considerado o principal, medido em toneladas.

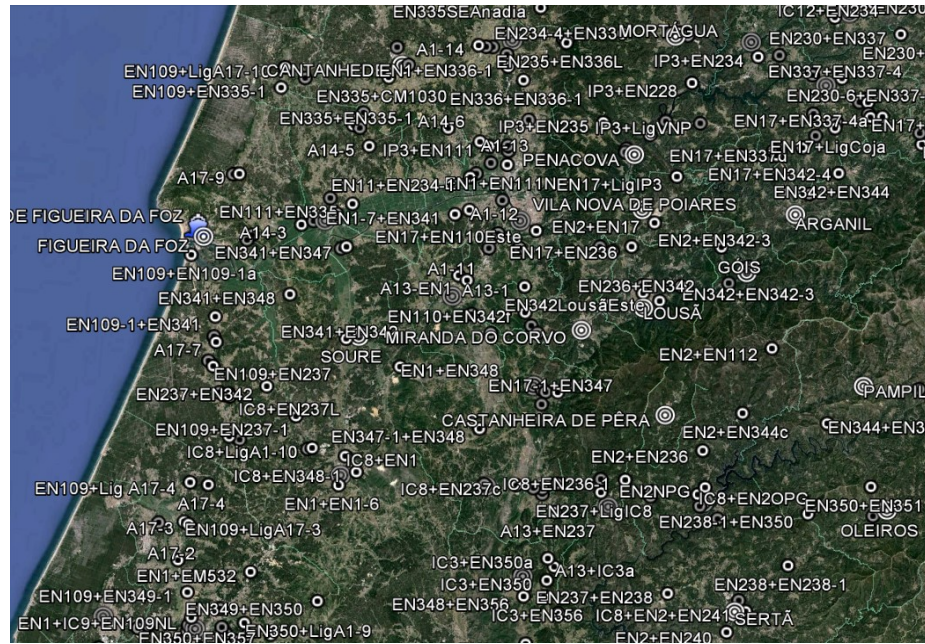


Figura 11: Secção de todo o levantamento de pontos efetuado, sobre mapa do Google Earth.

O levantamento da rede de estradas (a figura 11 mostra uma secção do levantamento nas imediações do porto da Figueira da Foz), base de todo o modelo, foi efetuado entre setembro de 2013 e janeiro de 2014, procedendo-se à identificação das estradas relevantes e estradas municipais (sempre que necessário, ou seja, em situações em que se afigurou como a única possibilidade de arco para ligar a sede de concelho à rede de estradas). Por vezes, dado o processo de passagem da tutela das estradas do E.P. para os municípios, uma estrada que estava classificada como E.N. passou a ser classificada como E.R., originando bastante confusão e erros na cartografia publicada em papel e na digital. Dado o período em que se levantou a base de dados das estradas, não fazem parte da mesma os troços entretanto inaugurados da A4, variantes e I.C.s que foram concluídos.

Para cada estrada, com recurso a cartografia impressa e digital, sobretudo do Google Earth, foram identificados os nós da rede (todos os nós levantados e arcos entre si, estão representados na figura 12 a uma escala maior e na figura 13 mostra-se apenas uma secção, a uma escala que permite uma melhor leitura), de duas naturezas distintas: a primeira correspondendo aos pontos O/D e a segunda, os nós resultantes da interseção de duas vias. A identificação da interseção de duas estradas foi feita por um nó da rede e por cada secção de estradas entre dois nós, por um arco dessa rede. Os nós foram então

georreferenciados e associados a uma submatriz de ligações possíveis dos mesmos (já que nem todos os nós rodoviários são completos, havendo alguns com apenas uma ligação, outros com duas, etc.). A cada arco foi associado a seguinte informação: comprimento do mesmo, custo da portagem associada para a classe 4 (valor de janeiro de 2015), velocidade legal para pesados de mercadorias, coordenadas geográficas dos nós do arco (latitude e longitude) e tipo de pavimento betuminoso, em função da classe da estrada.

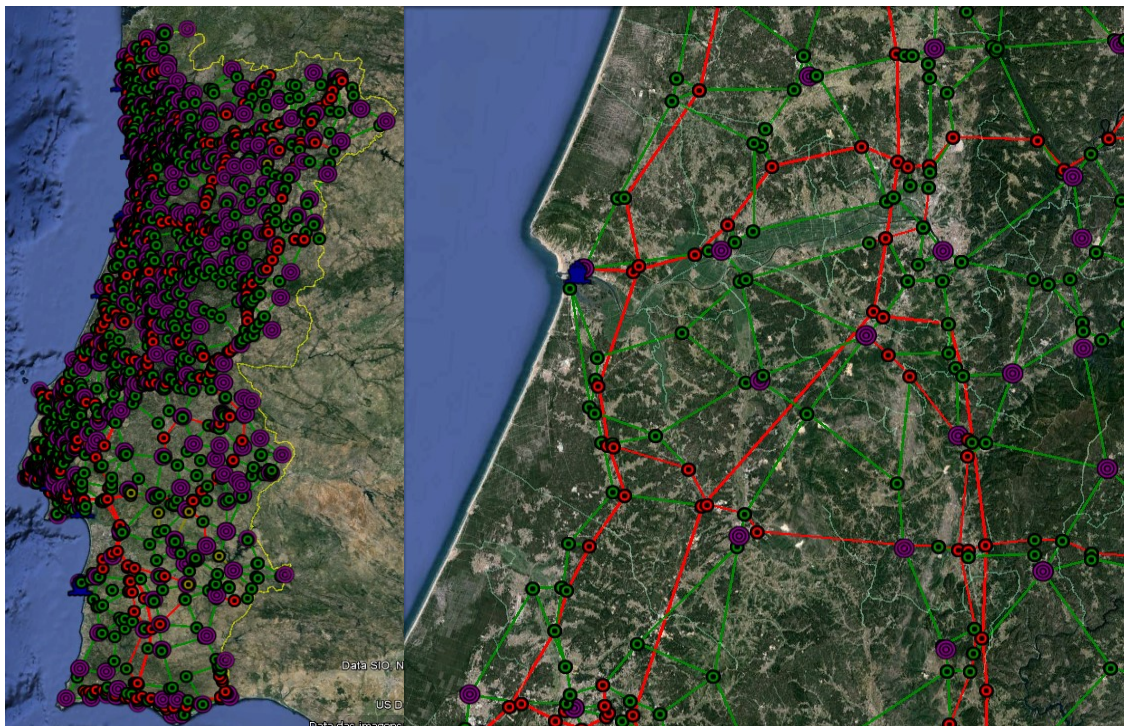


Figura 13: Secção do mapa à direita, com representação de cada tramo das estradas levantadas e usadas no modelo, com os pontos de início e fim de cada tramo, sobre mapas do Google Earth.

Figura 12: Mapa sobre plataforma Google Earth com todos os pontos e tramos considerados no modelo e secção do mesmo mapa, com mais detalhe, na zona do porto da Figueira da Foz.

Considerando que a qualidade de construção das autoestradas, itinerários principais e itinerários complementares (primeiro grupo) não é a mesma das estradas nacionais e regionais (segundo grupo). Os cadernos de encargos relativos à construção, exploração e manutenção do primeiro são mais exigentes do que os do segundo, nomeadamente nas situações admissíveis para as camadas de leito e as camadas de betuminosos a usar, derivado dos estudos do tráfego médio diário estimado usados como base de cálculo

(com repartição entre ligeiros e pesados). Assim, foi referenciado no levantamento, para cada arco, a classificação simplificada de 'drenante' e 'normal', para os pisos das estradas do primeiro grupo e do segundo grupo, respetivamente. Um piso normal corresponderá a um betão betuminoso com betume normal e agregado corrente, dentro das características normais para um agregado ao nível de forma, dureza, coeficiente de desgaste, etc. Um pavimento drenante pode ser feito com betumes modificados, incorporar borracha na composição ou usar agregados com características especiais, tais como o tipo 'barmac', que associa a dureza do material a certas características de forma, a título de exemplo.

O comprimento real de cada arco, entre os nós que o formam, foi aferido com curvímeter digital sobre os mapas do Google Earth (ferramenta digital disponibilizada pela aplicação), Via Michelin e Google Maps, conferindo, caso a caso, com recurso a curvímeter real e mapas impressos.

A rede de estradas, em concelhos de raia ou concelhos com frente marítima, não foi levantada para arcos que ligassem à fronteira ou que apenas se dirigissem para a frente marítima, sem demais ligações à restante rede de estradas. Com esta simplificação, não se considerou a hipótese de a rede de estradas utilizada entre um concelho e um porto pudesse ser com recurso a vias espanholas, como acontece, por exemplo, para uma deslocação entre Miranda do Douro e Bragança, em que os habitantes locais usam vias de Espanha, por comodidade de viagem e tempo associado. O exemplo é mais válido para os concelhos do norte do país, já que existem vias em Espanha paralelas às linhas de fronteira que se afiguram, deste modo, como uma alternativa para deslocações nas vias do território nacional. Para esta hipótese ser considerada, obrigava ao levantamento da rede de estradas nas proximidades da fronteira, aumentando ainda mais a quantidade de nós e tramos considerados para uso no modelo.

Casos houve, no levantamento efetuado, em que entre dois nós, havia dois tramos que os ligavam (exemplo de dois nós de um I.P., construído a par de uma E.N. existente e em que entre um nó e o outro se pode circular pela E.N. ou pelo I.P.), tendo sido lançados os dois tramos na base, com as características intrínsecas de cada um.

O comprimento em linha reta entre os nós de cada arco foi calculado com recurso à seguinte equação (resultado em quilómetros):

dado o nó i , com coordenadas (latitude i , longitude i) e o nó j com coordenadas (latitude j , longitude j), com as coordenadas em radianos,

$\text{Arcoseno}(\text{Coseno}(90 - \text{Latitude } i) \times \text{Coseno}(90 - \text{Latitude } j) + \text{Seno}(90 - \text{Latitude } i) \times \text{Seno}(90 - \text{Latitude } j) \times \text{Coseno}(\text{Longitude } i - \text{Longitude } j)) \times 6371$

A constante 6371 representa o raio da terra em quilómetros.

Para a velocidade de cada arco, dependendo de cada tipo de estrada, foi considerado o limite legal de velocidade indicado na tabela seguinte, de acordo com o Código da Estrada para veículos pesados de mercadorias, com semirreboque.

Veículos	Dentro das localidades		Restantes vias públicas	Vias reservadas	Autoestradas
	Zonas de coexistência	Outras zonas			
Pesado de mercadorias sem reboque ou com semirreboque	20	50	80	80	90
com reboque	20	40	70	70	80

Tabela 20: Velocidades legais, de acordo com o Código da Estrada atual, para veículos pesados de mercadorias.

O levantamento final contabilizou 2193 nós (nos quais se incluem os 278 concelhos e os 7 portos), 3458 tramos (cada tramo entre um par de nós), com 4692 Km de A.E.s, I.P.s e I.C.s e 16980 Km de E.N.s e E.R.s, num total de 21672 Km.

5.4.1 Premissas dos custos internos

Considerando que qualquer empresa, independentemente da sua natureza jurídica, consegue o reembolso do IVA das suas despesas, os custos indicados e considerados no modelo são sem IVA. Seria igualmente ilógico considerar custos externos com IVA.

Para o trator, foram considerados os preços de mercado, para uma viatura Euro V, com um motor de 13 litros, versão *Cabover*, com três eixos, sendo os dois eixos traseiros com rodado duplo por cubo e com defletores aerodinâmicos de origem (extras), quer por cima do teto da cabine, quer para reduzir o espaço entre a parte de trás da cabine e a parte da frente do contentor.



Figura 14: Trator MAN TGX, Euro V (Fonte: MAN – www.truck.man.eu).

Como exemplo de uma viatura com estas características, pode ser referido o MAN TGX 18.480 8x2 BLS-EI – XLX ilustrado na figura 14, com um preço corrente de mercado de 85.000 € e 5.000 € de extras para os defletores, ou seja, um total de 90.000 €. Com esta configuração, trata-se de uma viatura preparada para efetuar trabalho nacional e internacional.

Foi considerada uma amortização da viatura em 4 anos, com valor residual de 30%, ou seja, o valor de usado no mercado após os 4 anos de uso. Foi ainda tido em conta que a viatura seria utilizada 12 meses por ano, 5 dias por semana, 8 horas por dia, com 50% do tempo em deslocação e os restantes 50% do tempo em operações associadas à carga e descarga. Com uma velocidade média de deslocação de 70 Km/h, quando em movimento, este TRC percorreria uma distância média de 72.800 Km por ano (este total de quilómetros foi necessário, entre outras razões, para calcular o valor total dos custos dos pneus, a substituir por ano). O valor de amortização foi calculado para cada ano e convertido por valor ao segundo, que depois foi afetado a cada tramo, de acordo com o seu comprimento e velocidade associada. Em resumo, o custo de amortização do trator foi associado à grandeza tempo.

Não foram levados em linha de conta os custos de viagens de retorno em vazio.

No trator, o motor e a sua potência foram considerados como o necessário para que em cada momento e de acordo com a velocidade legal permitida em cada troço, a velocidade do TRC não fosse limitada pela capacidade de tração da viatura, mas apenas pelas condições físicas da via, como a sua sinuosidade, por exemplo.

O consumo de combustível, de acordo com os dados do construtor, para utilização mista (média de urbano e autoestrada) foi fixado em 3 Km por litro, ou, inversamente, aos 100 Km percorridos, 33,3 litros.

Para o contentor, entre as diferentes possibilidades de configuração que existem, foi considerado o uso de um contentor marítimo de 40 pés (um FEU), adquirido novo pelo preço de 4350 €, devidamente preparado e homologado para transporte marítimo, amortizado fiscalmente em 4 anos (AT, 2015), com um valor residual de 50% (em consulta ao mercado foram recebidas cotações para usados que oscilavam em torno deste valor). As fontes consultadas, em 2014, foram as empresas nacionais Comod, Remsa, Fecomar e Socontentores. À semelhança do trator, o custo da amortização do contentor ficou indexado à grandeza tempo. Não foram considerados custos variáveis do contentor, tais como os de limpeza e de manutenção, pois os mesmos não estão diretamente associados ao transporte do mesmo.

Para o correto transporte de um contentor de 40 pés, carregado no limite de carga legal – 26500 Kg -, foi considerado um semirreboque para transporte de contentores destas dimensões, com 3 eixos e 2 rodas por eixo (uma roda por cubo, com pneu tipo *super single*). O preço corrente de mercado para um semirreboque com as características indicadas é de 23.500 euros. Foi considerado um prazo de amortização de 4 anos, com valor residual de 50%. Também o semirreboque foi indexado à grandeza tempo.

A figura seguinte representa esquematicamente a unidade usada no modelo, de acordo com as escolhas realizadas.

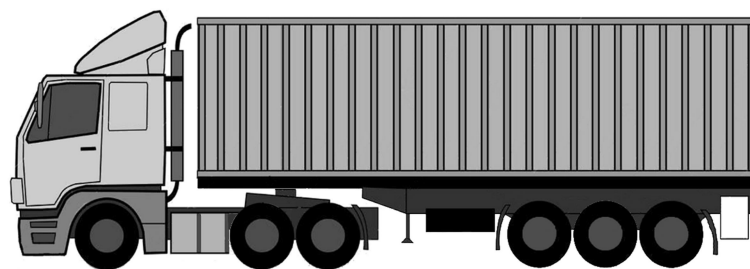


Figura 15: Imagem esquemática do TRC considerado no modelo.

Para certos cálculos, como o do espaço necessário para estacionamento, foram consideradas as dimensões 16,5 metros x 2,49 metros em planta, o que dá uma área de 41,1 metros quadrados para o TRC.

Para o preço do combustível, foi considerado a média do preço P.V.P. da Petrogal, nos últimos 2 anos (com referência a junho de 2015), sem IVA, ou seja, o valor de 1,10 € por litro. O consumo do combustível foi indexado ao comprimento real de cada tramo.

Analizados os fatores que influenciam o consumo do combustível (indicado em 3.3.2.1) e o levantamento de dados efetuado, tomaram-se as seguintes premissas no modelo:

a) Para as condições do tráfego, considerou-se que a circulação nas vias seria sempre com um nível de serviço A, ou seja, dentro dos limites legais para a viatura e a via, circulando o motorista à velocidade desejada. Esta premissa implica ainda que nenhuma via se apresentaria congestionada ou registaria acidentes ou incidentes, a qualquer hora do dia, no período semanal de utilização do TRC, não se tendo efetuado a distinção entre vias urbanas e não urbanas e questões associadas de descontinuidades físicas das vias, paragens, semaforização, cruzamentos, etc., com implicações no aumento de combustível em condições reais de condução.

b) A influência dos gradientes e curvas foi tratado de forma diferente. Os gradientes foram ignorados: como uma via que sobe num sentido, desce no sentido inverso, considerou-se o sentido de circulação irrelevante para o modelo, já que cruzando a média dos dois consumos seria equivalente a considerar um gradiente de 0 graus. Também o levantamento dos gradientes por seções de estrada representaria um levantamento de dados demasiado vasto e moroso, fora do espectro deste trabalho.

As impedâncias associadas à orografia e curvas foram diretamente aferidas do coeficiente de sinuosidade de cada troço, refletindo-se assim a influência na velocidade do tipo de via em que se circula. É definido nos Cadernos de Encargos atuais do I.P. e das concessões rodoviárias que a sinuosidade da estrada obedeça a certos limites, completamente distintos dos usados no passado, para a construção das estradas nacionais. As orientações técnicas eram menos exigentes e a boa prática levava a que as estradas fossem construídas acompanhando as curvas de nível, em terrenos sinuosos, resultando em estradas com mais curvas do que as construídas atualmente. Com os avanços tecnológicos de engenharia e meios de construção, recorre-se agora com maior frequência a estruturas pesadas nas vias, como viadutos e túneis, no sentido de assegurar uma menor sinuosidade final da via.

- c) Para a resistência ao rolamento dos pneus, foi considerado que estariam sempre à pressão correta (dentro dos limites aceitáveis, já que a pressão do pneu “a frio” é diferente da pressão do pneu “a quente”). Dentro dos níveis A a G, relativo ao consumo de combustível associado aos pneus, considerou-se que todos seriam de índice A. Com esta escolha assumiu-se que não seria devido aos pneus que o consumo de combustível seria agravado, por razões associadas à resistência ao rolamento ou às propriedades viscoelásticas (capazes de suportar as irregularidades da estrada e não transmitir vibrações ou provocar sobreaquecimento nos órgãos de amortecimento da viatura e semirreboque).
- d) Para as estradas com piso referenciado como ‘drenante’, foi considerado que não haveria agravamento do consumo de combustível. Para estradas classificadas com piso ‘normal’ foi atribuído um agravamento de 7% no consumo de combustível, considerando que as mesmas apresentariam problemas de microtextura, macrotextura, megatextura e rugosidade superiores às restantes (autoestradas, itinerários principais e complementares) e de acordo com a alínea ‘b’ e ‘c’ de 3.3.2.1.3.
- e) Em relação à variável ‘Estação do Ano’, foi tomada como irrelevante, assumindo que o TRC circularia em tempo seco, com piso seco, sem condições meteorológicas adversas, como temperaturas elevadas ou ventos fortes, não provocando alterações no consumo ou nas normais condições de circulação.
- f) O tipo de condução do motorista não foi considerado como agravador do consumo de combustível ou de outras despesas de operação, contanto que esteja diretamente ligado a fatores psicológicos, formação e experiência, saindo fora do âmbito deste trabalho.
- g) Considerou-se que o TRC estaria em perfeitas condições de alinhamento das rodas do eixo dianteiro, bem como nos outros eixos, com as jantes devidamente calibradas, não havendo agravamento do consumo do combustível devido a este fator.
- h) Na aerodinâmica do TRC, considerou-se que o defletor do teto do trator estaria à mesma altura da parte superior do contentor de 40 pés, pelo que não haveria aumento do consumo do combustível, devido a problemas aerodinâmicos causados pela turbulência do fluxo frontal contra a parte superior do contentor. Foi ainda tido em linha de conta que o semirreboque seria adequado ao transporte de contentores de 40 pés, ou seja, a posição da carga seria de maneira que houvesse uma correta repartição de esforços

pelos eixos do TRC. O assentamento no prato do trator seria de modo que a distância entre a parte de trás da cabine e a parte da frente do contentor fosse mínima, havendo recurso a defletores laterais na parte de trás da cabine, sem perdas aerodinâmicas significativas.

i) Considerou-se que o tipo de frete não seria um elemento diferenciador, em virtude de uma das primeiras premissas e simplificações do modelo foi fixar que o TRC teria uma utilização em contínuo, que tanto poderia ser entre Matosinhos e o porto de Leixões, como de Freixo-de-Espada-à-Cinta e o porto de Sines, a título de exemplo. Assim, a duração da utilização e a subsequente variação das condições do TRC, não foi considerado.

Para as despesas diversas com lubrificantes, usou-se um custo indexado ao consumo de combustível, no total de 5%. Assim, por cada Euro gasto em combustível, adicionou-se um custo de 5 cêntimos para lubrificantes, de acordo com o indicado pelo KOTI (2001). Este custo ficou indexado ao comprimento real dos tramos.

Para o cálculo dos custos com desgaste e substituição de pneus, considerou-se que todos os pneus do TRC seriam iguais (o que constitui uma simplificação, já que na realidade tal não aconteceria, visto que os pneus do semirreboque seria *super single*, conforme já indicado, e o trator usa pneus de medida diferente) e começou-se por efetuar o rácio entre os quilómetros percorridos num ano – 72.800 Km - e o valor de referência de durabilidade de um pneu novo – 60.000 Km (Fonte: KOTI, 2001), dando um resultado de 1,2 jogo completo de pneus gasto por ano. Para o TRC em causa, tal significa a despesa de desgaste e substituição de 16 pneus. Como é uma despesa que não está diretamente relacionado com o tempo de utilização do TRC, mas sim com a utilização com deslocação associada, o valor dos pneus foi indexado por quilómetro percorrido. Atribui-se o custo de 500 € à substituição de cada pneu (de acordo com preços médios da medida R22.5 315/80 de pneus para pesados de mercadorias na página online da Pnucity (www.pnucity.com), admitindo que os pneus seriam adquiridos novos e nunca recauchutados), estando incluído no custo todos os aspetos relativos a aquisição, montagem, calibragem de jante, ecotaxas, alinhamento. Com estas considerações, o custo associado ao desgaste e substituição de pneus seria de 9.600 € / ano.

Para os custos de trabalho é implícita a utilização de um motorista a efetuar trabalho ‘nacional’, num horário semanal de 40 horas, com 8 horas por dia de trabalho (a conduzir ou em operações de carga e descarga). De acordo com os valores indicados em 3.3.5, foi possível aferir um valor mensal de 2.000 € de custo para uma empresa (12 prestações de 2.000 €, nos quais se inclui o ordenado mensal, TSU do trabalhador pago pela empresa, duodécimos de subsídio de Natal e de férias e custo de substituição no período de férias). Assim, o custo por minuto resulta da aplicação de 12 prestações de 2.000 € a dividir pelo total de minutos de trabalho do motorista. Para cada troço, dado o seu comprimento e velocidade máxima legal, o custo de mão-de-obra virá da multiplicação do tempo que o mesmo demora a ser percorrido, em minutos, multiplicado pelo custo por minuto. Desta forma, não é imputado como custo o tempo que o motorista não se encontra a conduzir (tempos de descarga, pausas obrigatórias, etc.).

Para o seguro de responsabilidade civil do TRC (trator com 450 Cv. com semirreboque para transporte de contentores de 40 pés), foi admitido um custo anual indicativo de 2.000 € (simulação da AXA Seguros), dentro de pequenas variações, sujeito às leis do mercado e do histórico do condutor / empresa contratante do seguro, conforme já indicado. Não foi considerado seguro da carga, posto que pode ser um valor não suportado diretamente por quem efetua o transporte, ou outros seguros considerados não obrigatórios. Este custo foi indexado à grandeza tempo.

Para os custos de reparação e manutenção, apontando a KOTI um valor entre 3,4 e 7,1 cêntimos por quilómetro, sem pneus, foi tomado o valor médio de 5,25 cêntimos por quilómetro percorrido.

Para cálculo dos custos de depreciação do imobilizado associado ao TRC, foi considerada uma taxa de inflação de 3% ao ano. A mesma foi considerada na determinação do valor a preços atuais do trator, semirreboque e contentor, com uma amortização a 4 anos, conforme já referido.

O TRC usado no modelo enquadra-se na classe 4 de portagens / pórticos de cobrança, por ser um veículo com mais de 3 eixos. Sempre que a(s) estrada(s) fazia(m) parte da rota entre o par O/D, e eram portajadas, esse custo foi associado ao tramo. O levantamento dos valores foi referenciado aos preços em vigor em janeiro de 2015.

Para um motor Euro 5, o consumo de DEF indicado pelas marcas fabricantes de viaturas pesadas, situa-se entre 5 e 6% do consumo de combustível, dependendo das condições de condução, de carga e da estrada (embora algumas marcas refiram nas características técnicas das viaturas, consumos entre 3 e 5%). Deste modo, foi tomado como valor de referência 5% do consumo de combustível. O preço usado foi o corrente nos postos de abastecimento em maio de 2015, ou seja, 0,33 € Litro - IVA. O valor foi indexado ao consumo de combustível (litro/ quilómetro), por sua vez indexado ao comprimento dos tramos.

Para os custos com licenças e autorizações, foi considerado o preço direto de renovação da carta do motorista, necessária a cada 5 anos, com um valor de 250 € - IVA. Ao mesmo somou-se o custo de uma consulta para obtenção de um ‘Certificado de Avaliação Psicológica’ (tomou-se 100 € - IVA). Para o alvará de atividade, o custo de renovação anual seria de 250 € - IVA e o valor de garantia de capacidade financeira para o primeiro veículo licenciado, de 9000 €. Este valor seria menor, de acordo com a dimensão da empresa, ou seja, para uma empresa com n veículos, o valor seria $[250 \times n + 9000 + 5000 \times (n-1)] / n$, ou seja, quanto maior a frota, menor o valor associado ao alvará por veículo. Este valor foi indexado à grandeza tempo.

Para as inspeções obrigatórias ao trator e ao semirreboque, contabilizou-se o custo da inspeção de 45,72 € para pesados e de 30,54 € para reboques e semirreboques. As inspeções são obrigatórias em cada ano civil, pelo que se considerou um custo de inspeção total para o TRC de 76,26 € - IVA, sem demais custos associados, como multas por falta de inspeção ou custo de repetição por anomalias. Este custo foi indexado à grandeza tempo.

Não foram considerados custos de estrutura da empresa, dado que os mesmos serviriam para refletir a dimensão e natureza legal da empresa que pode variar entre unipessoal, em que o motorista é o dono do trator e da própria empresa, e de grande dimensão, com instalações em múltiplas localizações, meios humanos não afetos à produção, despesas de publicidade e outros serviços não afetos à produção, mas que se refletem nos custos finais.

5.4.2 Premissas dos custos externos

Para o cálculo dos custos externos e para conhecimento dos mesmos, foram consideradas as premissas indicadas nos parágrafos seguintes. Se numa vertente de gestão empresarial os mesmos não são considerados, numa vertente de gestão global de todo um sistema de transportes, no domínio das políticas públicas, na tomada de decisões sobre investimentos, os mesmos são assaz pertinentes.

Quantificar os custos externos não é uma tarefa fácil, pois os estudos não seguem todos a mesma metodologia, critérios e são efetuados em anos diferentes, levando a que um estudo feito com motores Euro III apresente custos superiores a um estudo efetuado com motores IV, no item ‘poluição atmosférica’, como exemplo. Por outro lado, os custos externos identificados variam muito de autor para autor, de estudo para estudo. Custos como os com acidentes, ruído, poluição e/ou alterações no clima, infraestruturas e congestionamento estão sempre presentes nos diferentes estudos. Para além dos restantes custos identificados em 3.4, há autores que referem ainda custos externos como a frustração e *stress* do condutor, medo de acidentes, intrusão visual, degradação de infraestruturas subterrâneas de gás, água, eletricidade e telecomunicações, emissão de baixas frequências que provocam vibrações originadas pelo trânsito de pesados, entre outros.

Isto ilustra as dificuldades em atribuir valores monetários a alguns dos fatores, o que não significa que sejam desprezáveis ou que se possam ignorar.

Caso a caso, foram identificados e assumidos custos, não sendo a natureza deste estudo a discussão da metodologia ou critérios seguidos pelas diferentes fontes / autores.

Para o custo externo com acidentes, tomando como referência os custos apresentados por Maibach *et al* (2008) em que se considera um custo de 16,18 cêntimos por quilómetro em estradas urbanas, 0,45 cêntimos em autoestradas e I.P.s, e 4,08 cêntimos noutras estradas, valores do ano 2000, foi considerado o valor da média dos três valores indicados, ou seja, 6,9 cêntimos e atualizado com os valores das taxas de inflação de 2000 a 2015, para Portugal Continental (excluindo habitação - Fontes/Entidades: INE – www.ine.pt, Pordata – www.pordata.pt). Assim, foi tomado para cálculo o valor de 9,31 cêntimos por quilómetro. Não se considerou a estrutura de custos dividida pela tipologia de estradas usada pelos autores, uma vez que o levantamento efetuado não seguiu as

mesmas considerações. Este custo ficou diretamente indexado ao comprimento em quilómetros de cada tramo.

Para o custo externo de poluição do ar, usaram-se os preços de tonelada das PM₂₅, N e NO_x para Portugal, segundo a EEA (2013) atualizados para 2015, indicados na tabela seguinte:

Poluente	PM ₂₅	N	NO _x	PM ₂₅
Fonte emissão	(dos gases de exaustão)			(outras fontes que não a exaustão do motor)
Preço euro / tonelada (2015)	39,439 €	15,663 €	4,766 €	39,439 €

Tabela 21: Preços por tonelada para PM₂₅, N e NO_x, para Portugal em 2013. Fonte: EEA, 2013.

Os valores de referência de emissão de PM e NO_x a diferentes velocidades e localizações para uma viatura a gasóleo (trator + semirreboque) de 40 a 50 toneladas, para Portugal, são os apresentados na tabela seguinte:

Valores de referência para Portugal para uma viatura a gasóleo (trator + atrelado + carga) de 40 a 50 toneladas

			Emissões (gramas por Km)						
			PM				NO _x		
			Urbano	Interurbano	Autoestrada	não expelidos	Urbano	Interurbano	Autoestrada
Motor	Ano início	Ano fim	35 Km/h	55 Km/h	80 Km/h		35 Km/h	55 Km/h	80 Km/h
Convencional		1993	0,760	0,534	0,475	0,060	18,739	14,561	12,573
Euro I	1994	1996	0,589	0,398	0,350	0,060	13,110	10,164	8,785
Euro II	1997	2001	0,273	0,189	0,227	0,060	13,610	10,454	9,009
Euro III	2002	2006	0,242	0,162	0,141	0,060	10,808	8,275	7,184
Euro IV	2007	2009	0,043	0,027	0,023	0,060	6,735	5,141	4,558
Euro V	2010	2014	0,044	0,028	0,023	0,060	3,961	3,000	2,667

Tabela 22: Valores de referência para Portugal de emissão de poluentes, de acordo com o motor, para uma viatura a gasóleo, pesado de mercadorias, de 40 a 50 toneladas. Fonte: EEA, 2013.

De acordo com a mesma fonte e considerando todos os poluentes à exceção do CO₂, conforme indicado na tabela 23, foi tomado o valor de 3,777 cêntimos por quilómetro para autoestradas, I.P.s e I.C.s e a média dos valores de urbano e não-urbano para as restantes estradas (só a cidade de Lisboa tem mais do que 500 mil habitantes e no estudo as estradas urbanas eram referenciadas como tal, em aglomerados com mais de 500 mil habitantes), ou seja, o valor de 4,6335 cêntimos por quilómetro.

Este custo com a poluição do ar é diretamente indexado aos quilómetros percorridos.

Para a identificação do custo externo do efeito de barreira em peões e ciclistas imposto pelas estradas, deparou-se com a dificuldade de haver à data poucos estudos sobre os mesmos. Não obstante, o VTPI (2012) indica um custo que poderia variar entre os \$

0,005 e os \$ 0,02 por milha, por veículo (sem especificar diferenciação por tipo de veículo ou outros fatores).

Tamanho	Euro-Classe	Metropolitana	Urbana	Interurbano	Autoestradas
Mais de 32 toneladas	Euro-0	51,661	30,079	22,661	20,098
	Euro-1	37,902	21,716	16,186	14,298
	Euro-2	25,493	17,805	14,433	12,814
	Euro-3	19,693	14,298	11,465	10,251
	Euro-4	9,981	8,228	6,879	6,070
	Euro-5	7,014	5,126	4,181	3,777

Tabela 23: Custo da poluição do ar, em centimos de euro por quilómetro (referência do ano 2000, atualizado para 2015), com base na Alemanha, no modelo da TREMOVE, HEATCO e CAFE CBA.

Nota: Cidades Metropolitanas: as que têm mais de meio milhão de habitantes; Cidades Urbanas: as que têm menos de meio milhão de habitantes

Klopfer *et al* (2010) estima valores para o efeito de barreira para diferentes tipos de veículos, de acordo com três situações: urbano (\$ 0,038), suburbano (\$ 0,025) e rural (0,013 \$), enquanto apresenta um valor médio de 0,023 \$ / milha. Os valores indicados são para um autocarro a gasóleo, não sendo apresentados os valores para um pesado de mercadorias. Essa semelhança entre tipos de veículos poderá ser aceite, com base no tamanho dos veículos, similaridade do motor e restrições de velocidade. Convertidos estes valores para euros e quilómetros e realizada a atualização dos preços, o valor considerado foi de 2,0816 centimos por quilómetro, ou seja, o valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

O CO₂, enquanto gás que afeta o clima a nível global, é formado durante os processos de combustão de combustíveis que contêm carbono, independentemente da câmara de combustão ou dos tipos de filtro do sistema de exaustão de gases. A quantidade de CO₂ produzida está diretamente relacionada com a quantidade de combustível consumido. De acordo com Henriques (2011), no caso do gasóleo, são produzidos 2630 gramas de CO₂ por cada litro consumido (3140 gramas de CO₂/kg combustível gasóleo, com um peso específico do gasóleo de 835 gramas por litro). O CO₂ está também indexado ao tipo de transporte e carga. No caso de um TRC, o valor de referência de emissão é de 33,4 gramas por tonelada de carga útil / quilómetro. No caso de um contentor de 40 pés, a sua carga útil é de 26,5 toneladas, o que resulta numa emissão de CO₂ de 885,1 gramas por quilómetro quando a carga útil estiver no limite superior de peso. Como o

consumo de combustível foi fixado em 33,3 litros por 100 Km, o cálculo corresponde a 2658 gramas por litro consumido. Este resultado está de acordo com o valor de referência de 2630 gramas, pelo que foi aceite e usado como correto.

O valor do CO₂ é transacionado em Bolsa, sendo que no caso de Portugal é numa bolsa eletrónica – A SendeCO2 – onde se pode negociar Licenças de Emissão (EUA's) e Créditos de Carbono (CER's) entre todas as instalações participantes. Nesta bolsa, pode-se aceder de forma simultânea e anónima aos preços firmes das Licenças de Emissão e Créditos de Carbono que são cotados pelos participantes na SENDECO2, com livre formação dos preços das Licenças de Emissão e dos Créditos de Carbono e a visualização em tempo real das transações realizadas, como a introdução e execução de ordens de compra e venda, como acontece noutro tipo de bolsa de valores.

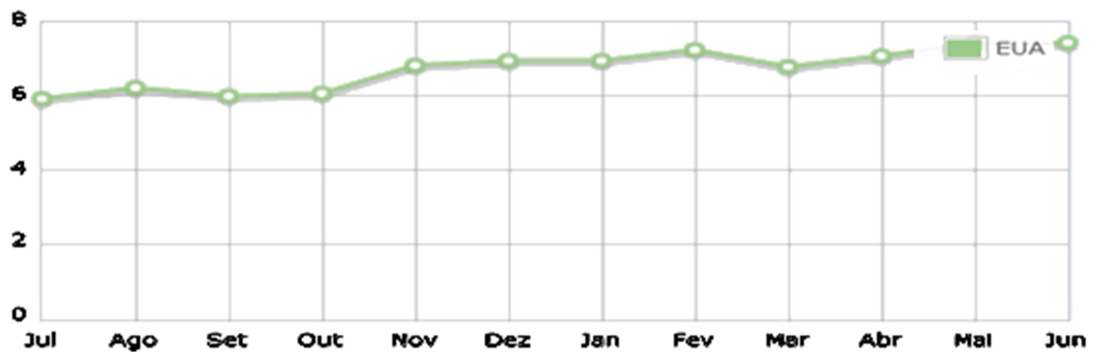


Gráfico 12: Médias mensais do preço da tonelada de CO₂, em euros. Fonte: SendeCO2, junho 2015.

O valor de referência para a tonelada de CO₂ considerado foi de 6,68 €, de acordo com a média dos valores dos últimos 12 meses, indicado no gráfico 12. O custo do CO₂ foi então indexado aos quilómetros percorridos (relacionado com o combustível consumido), podendo ser considerado um preço de mercado.

Para atribuir o valor do custo externo relacionado com congestionamento, considerou-se, conforme já foi referido, que o TRC circularia sempre com nível de serviço A, sem situações de congestionamento. No entanto, uma viatura pode circular numa via, à velocidade desejada pelo seu motorista, que, sendo inferior à velocidade dos outros veículos, pode induzir congestionamento aos outros motoristas. Para os valores de referência foram usadas as estimativas de Maibach (2008), presentes na tabela 24, que identificam os custos de congestionamento impostos aos outros condutores. Os valores são indicados na tabela seguinte, dependendo da localização. Foi considerado o valor de

4,72094 cêntimos por quilómetro para as autoestradas, I.P.s e I.C.s (atualizado a 2015, ou seja, 5,0390 cêntimos de euro por quilómetro) e o valor de 3,3721 cêntimos por quilómetro para as outras estradas (atualizado a 2015, ou seja, 3,5992 cêntimos de euro por quilómetro).

Grandes áreas urbanas (Mais de 2 milhões habitantes)

Autoestradas urbanas	4.72094
Coletoras urbanas	3.3721
Estradas centro urbano	2.69768
Estradas periferia urbana	2.69768

Pequenas e médias áreas urbanas (Menos de 2 milhões de habitantes)

Coletoras urbanas	4.72094
Estradas centro urbano	3.3721
Estradas periferia urbana	2.69768

Áreas rurais

Autoestradas	4.72094
Estradas nacionais	3.3721

Tabela 24: Custos provocados à sociedade pelo congestionamento, cêntimos por quilómetro. Fonte Maibach *et al* (2008).

No custo externo das doenças profissionais, foram tidos em linha de conta apenas os custos relativos às doenças por exposição à poluição do ar, devido à impossibilidade de encontrar valores de referência para as doenças profissionais associadas à condução de veículos pesados, embora as mesmas sejam responsáveis por dias de ausência, casos de mortalidade e morbilidade crónica. Os únicos valores de referência são para as doenças provocadas pela exposição à poluição do ar, com um valor estimado de 0,312 USD por milha, para o ano 2000. Atualizado o valor para 2015 e para cêntimos de euro por quilómetro, o mesmo será 35,8069, o que é bastante elevado, se se tiver em consideração que desde o ano 2000 os motores evoluíram e que para um motor Euro V em comparação com um motor Euro II (à venda no ano 2000 na Europa) a poluição do ar associada (tomando como referência os valores de NO_x e PMs) diminuiu para 25%. Assim, tomando este rácio, foi considerado o valor de 8,9517 cêntimos por quilómetro. Este custo foi indexado ao comprimento dos tramos.

Para atribuição do valor ao custo externo do consumo de recursos externos, foi usado o estudo do VTPI (2012), que indica para um TRC, por veículo milha, em 2007, em USD, em diferentes situações, os seguintes valores:

Urbano: 0,232 \$

Suburbano: 0,200 \$

Rural: 0,168 \$

Média: 0,192 \$

Considerando aplicáveis, mesmo que indiretamente para Portugal, as premissas que estão na base da estimativa destes valores, nomeadamente os 60% dos custos anuais das intervenções militares em áreas geográficas produtoras de petróleo e tomando o valor médio atualizado para valores de 2015, por quilómetro, considerou-se 17,8814 cêntimos de Euro/ quilómetro. O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

Para o custo externo do impacto no uso do solo, o VTPI (2013) indica um valor de 0,0664 USD / milha para um veículo ligeiro, que circule 12 mil milhas por ano. Utilizando um rácio de 4,35 para a conversão da área ocupada por um TRC e uma viatura ligeira média (41,1 metros quadrados e 9,45 metros quadrados respetivamente), convertendo as 12 mil milhas para 72800 Km anuais e atualizando os valores para 2015 para cêntimos de Euro, foi considerado o valor de 7,1389 cêntimos de euro por quilómetro para um TRC. O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

O custo de estacionamento de um veículo pode ser dividido em interno e externo. Interno é o custo associado ao espaço de estacionamento de uma viatura num edifício ou outro tipo de construção / terreno, que pode não ser necessariamente do dono do veículo. O VTPI (2013) indica um valor de 0,067 USD / milha para um veículo ligeiro, que circule 12 mil milhas ano. Utilizando um rácio de 4,35 para a conversão da área ocupada por um TRC e uma viatura ligeira média, convertendo as 12 mil milhas para 72.800 Km anuais e atualizando os valores para 2015 para cêntimos de Euro, foi considerado o valor de 7,2034 cêntimos de euro por quilómetro para um TRC. O custo externo de estacionamento é o associado ao estacionamento em espaço público, em diferentes tipologias já indicadas em 3.4.9. Partindo de um valor de 0,062 USD / milha para veículo ligeiro, foi considerado um valor de 6,6659 cêntimos de euro por quilómetro para um TRC. Assim, o valor usado para o custo do estacionamento (somatório do interno com o externo) foi de 13,8693 cêntimos de Euro, por quilómetro, para um TRC. O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

O custo externo da poluição sonora resulta de uma abordagem, nos estudos efetuados, da ‘disponibilidade para pagar’ para não se sofrer o impacto de tal efeito. A tabela a

seguir apresenta os valores unitários considerados relativo aos custos do ruído. Os valores urbanos e rurais, para situações diurnas e noturnas, são recomendados por Maibach *et al* (2008). A situação média foi calculada como uma média ponderada da emissão de ruído urbano e rural, o uso do fator de divisão quilometragem (95% dos quilómetros conduzidos em ambientes urbanos e 95% durante o dia), Klopfert *et al* (2010). Os valores da tabela foram atualizados para 2015.

	Urbano	Rural	Média
Dia	0,8112	0,0107	0,7717
Noite	1,4836	0,032	1,4111

Tabela 25: Custo marginal do ruído provocado pelo tráfego rodoviário, em zonas urbanas, rurais e a média ponderada, para a estimativa de quilómetros percorridos em cada uma das zonas, adaptado de Klopfert *et al* (2010), atualizado para valores de 2015, em centimos.

Considerando que o TRC circulará apenas de dia, foi considerado o valor de 0,7717 centimo de euro por quilómetro. O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

O custo externo, com o valor do solo das estradas, foi adaptado do estudo do VTPI (2012), que indica um valor de 0,034 USD, por milha, para um veículo similar a um TRC – o custo indicado neste estudo não faz diferenciação pelo tipo de veículo, embora um veículo ligeiro ocupe menos espaço e em deslocação, a área ocupada e de salvaguarda à sua imobilização em condições de segurança seja bastante menor do que um veículo pesado. Atualizando para valores de 2015, por quilómetro e passando a euros, considerou-se 3,1665 centimos / quilómetro. O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

Em relação ao custo externo com a construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas, foi usado o estudo do VTPI (2012), que indica os valores de 0,048 USD / milha para zonas urbanas e suburbanas, 0,029 USD / milha para zonas rurais e uma média de 0,038 USD / milha. Convertendo o valor da média para quilómetros e atualizando para valores de 2015, foi considerado o valor de 3,539 centimos de euro por quilómetro (por TRC). O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

O VTPI (2009), com base na realidade americana, estimava para o ano de 2007 um custo anual de 1,2 biliões de dólares, com o custo externo do tratamento de resíduos relacionado com o transporte rodoviário, maioritariamente para tratamento de resíduos

dos carbonetos dos óleos e outros lubrificantes, sucata de veículos e pneus usados. Afetando este custo ao total de milhas percorridas, resultava um valor de 0,0004 USD / milha / veículo (independente do tipo de veículo). Convertendo o valor da média em euros e para quilómetros e atualizando para valores de 2015, foi considerado o valor de 0,0373 cêntimos de euro por quilómetro (por TRC). O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

Para a atribuição do custo externo da poluição da água e impactos hidrológicos foi usado o estudo do VTPI (2012), em que é indicado que os custos provocados por um TRC sobre os meios hidrológicos são de 1,3038 cêntimos por quilómetro (valor base de 2007 atualizado para 2015, com conversão de dólares em euros e de milhas em quilómetros). O valor foi indexado ao comprimento de cada tramo.

Na tabela seguinte apresenta-se o resumo das premissas consideradas no modelo.

Tabela Resumo das Premissas usadas no Modelo, para Custos Internos e Externos.

ITEM	CUSTO CONSIDERADO	INDEXADO A...	OBSERVAÇÕES	CLASSIFICAÇÃO CUSTO			
				Mercado	Não Mercado	Operação	Capital
Tractor MAN TGX	85000 € + 5000 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.	Os 5000 € são para deflectores adicionais. Amortização em 4 anos, com Valor Residual de 30%. Anortização em 4 anos, com Valor Residual de 50%. Anortização em 4 anos, com Valor Residual de 50%. Consumo de 33,3 litros aos 100 Kms. Média dos 2 últimos anos do PVP da Pétrogal (referência a Junho 2015). agravamento de 7% para ENs e ERs.	X			X
Contentor 40 pés	4.350 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.					X
Atrelado para FEU	23.500 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.		X			X
Combustível	1,100	Comprimento de cada tramo.		X		X	X
- Pavimento lubrificantes	+7% consumo 5% do combustível (+)	ao tipo de pavimento de cada tramo consumo de combustível.				X	X
Pneus	0,1084 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X		X	X
Mão-de-obra	2.000 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.		X		X	
Seguro	2.000 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.		X		X	
Reparação e manutenção	0,0525 € /km	Comprimento de cada tramo.		X		X	
Depreciação	3% ao ano		Usado no cálculo do valor do tractor, contentor e atrelado.				X
Portagens	Reais - IVA	Existência ou não de portagem no tramo	Classe 4 das portagens.	X		X	X
DEF	0,768 € / litro	Indexado a 5%, em litros, do consumo de combustível.		X		X	X
Licenças e autorizações	70 € + 9250 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.	Valores renovação carta do motorista (o custo foi dividido por 5, dado que é renovada a cada 5 anos) e alvará.			X	X
Inspeções	62,00 €	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.	Inspeção do tractor e atrelado.			X	
Acidentes	0,0931 € / Km	Tempo, deriva da velocidade permitida e comprimento de cada tramo.		X			X
Polição do ar (- CO2)	0,0378 € / Km e 0,0463 € / Km	Comprimento de cada tramo.			X		X
Efeitos de barreira em peões e ciclistas	0,0208 € / Km	Comprimento de cada tramo.			X		X
CO2	885,1 gr / Km a 6,68 € / Ton.	Comprimento de cada tramo.					X
Congestionamento	0,0504 € / Km e 0,0360 € / Km	Comprimento de cada tramo.			X		X
Doenças Profissionais	0,0895 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X			X
Consumo de recursos externos	0,1788 € / Km	Comprimento de cada tramo.	Valor para Aes, Ips e ICs. Valor para ENs ERs.	X			X
Impacto do uso do solo	0,0714 € / Km	Comprimento de cada tramo.	Valor apenas para doenças devidas à poluição do ar.	X			X
Parqueamento	0,1387 € / Km	Comprimento de cada tramo.	Parqueamento interno: 0,0720 € / Km; Externo: 0,0667 € / Km.	X			X
Polição sonora	0,0077 € / Km	Comprimento de cada tramo.			X		X
Valor dos solos das estradas	0,0317 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X			X
Construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas	0,0354 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X			X
Tratamento de resíduos	0,0004 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X			X
Polição da água e impactos hidrológicos	0,0130 € / Km	Comprimento de cada tramo.		X			X

Tabela 26: Resumo das premissas consideradas no modelo.

5.4.3 Alguns custos associados às diferentes tipologias de estradas

Com os custos identificados e valores atribuídos, o valor por quilómetro de estrada, de custos internos para um TRC, pode variar (em média) entre os 1,05 € em E.N.s e E.R.s e os 0,92 € nos I.P.s e I.C.s. O valor por quilómetro, no caso das A.E.s, é de 1,03 €, pouco abaixo das E.N.s e E.R.s, mas bastante acima do valor dos I.P.s e I.C.s, devido à existência de portagens. O custo com combustível, relativo ao custo total por quilómetro, varia entre os 37 % nas A.E.s e os 41% para os I.P.s e I.C.s. Nas E.N.s e E.R.s o valor é de 38% do custo total. É o custo com maior peso no total dos custos.

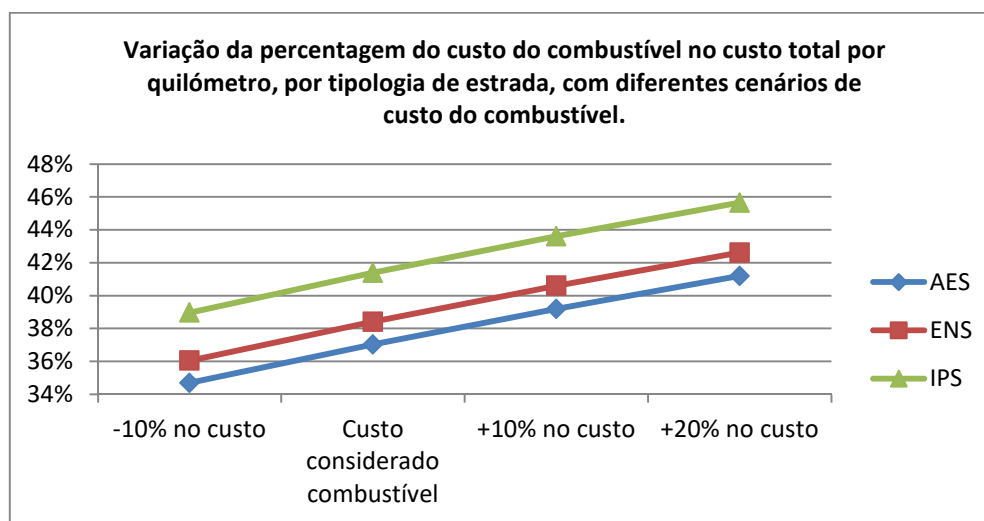


Gráfico 13: Variação da percentagem do custo do combustível no custo total por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de custo do combustível.

Nas A.E.s a percentagem é menor, por euro consumido, dado o peso que as portagens representam no total.

Efetuada uma simulação da variação do preço do combustível, entre os -10% relativamente ao preço considerado e os +20%, para os 3 conjuntos de tipologias de estradas, a percentagem do custo do combustível, no total dos custos internos, varia entre os 34% (A.E.s, com o combustível mais barato 10%) e os quase 44% (I.P.s e I.C.s) com o combustível mais caro 20%.

Em relação ao custo por quilómetro, com a mesma simulação de variação do preço do combustível, verifica-se que a reta que representa o custo de combustível nas A.E.s é sobreposta à reta que representa o custo nas I.P.s e I.C.s. Esta situação será normal, dado terem sido consideradas iguais condições de circulação nestes 2 conjuntos de

tipologias de estradas. O menor valor verifica-se nas A.E.s, I.P.s e I.C.s, com 0,34 €, caso o combustível baixasse de preço em 10%, e os 0,48 € (E.N.s e E.R.s) no caso de se verificar um aumento de preço de 20%.

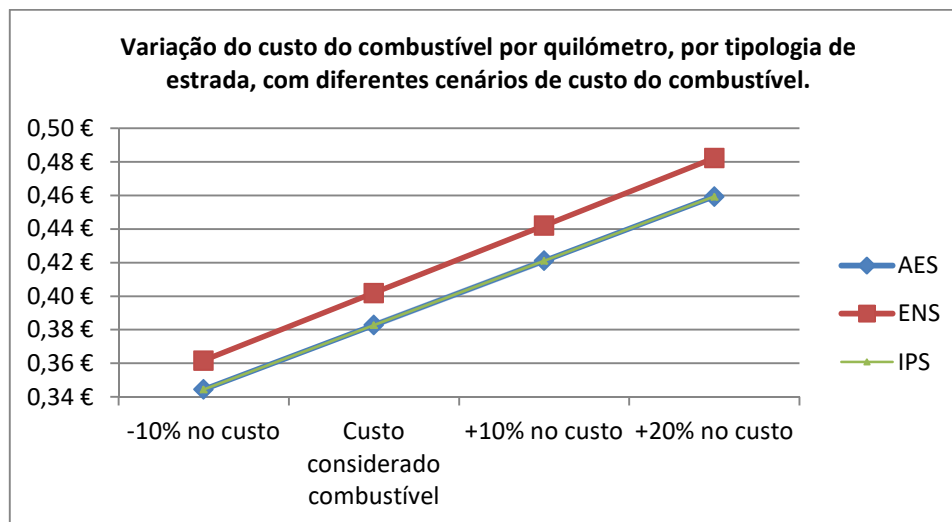


Gráfico 14: Variação do custo do combustível por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de custo do combustível.

A simulação de uma variação do consumo de combustível (de +5% a +30%) permite perceber a variação de custos para condições de circulação mais adversas ou com a utilização de unidades motrizes menos eficientes (gerações anteriores de motores, que na prática estão em uso, em camiões Euro 4, Euro 3, ...).

A variação do consumo reflete-se, por tipologia de estrada, por uma reta, tal como acontece com a variação do custo de combustível. Como é lógico, os valores associados a uma variação de N %, quer no custo, quer no consumo, são iguais.

Na simulação para 30% de variação no consumo (45,3 litros de consumo aos 100 quilómetros), a percentagem do combustível, no total dos custos internos, chega quase aos 50%, nas I.P.s e I.C.s.

Fica assim bem evidente a importância do combustível nos custos de operação de viaturas mais antigas, ressaltando o quanto a variação no preço ou no consumo pode ser importante para o sector do transporte pesado de mercadorias.

Por cada aumento de 10% no custo do combustível ou quantidade consumida, o custo total interno sobe, em média, 4,1%.

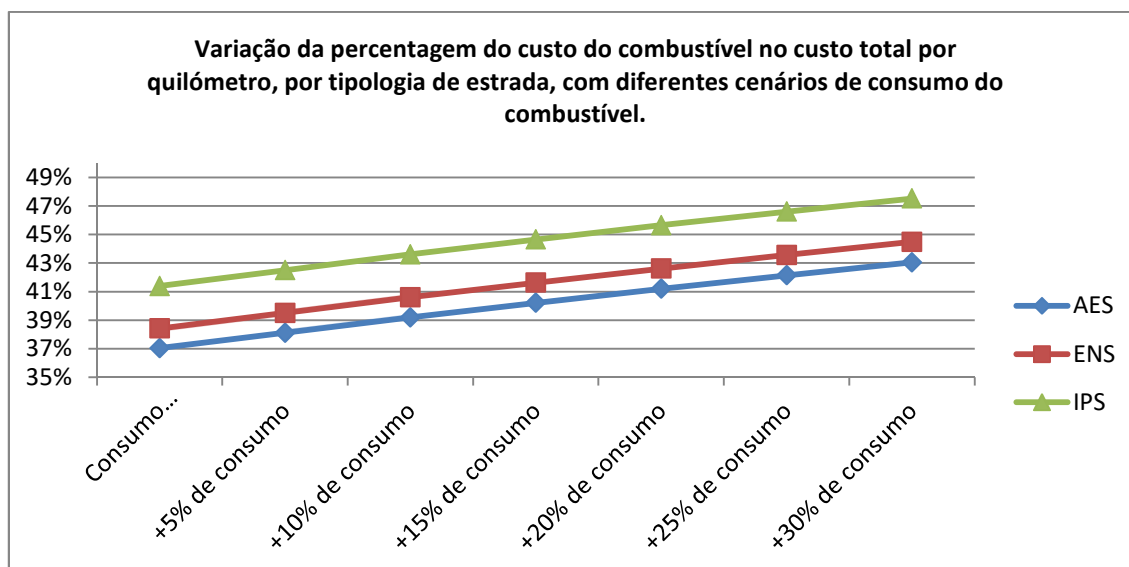


Gráfico 15: Variação da percentagem do custo do combustível no custo total por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de consumo do combustível.

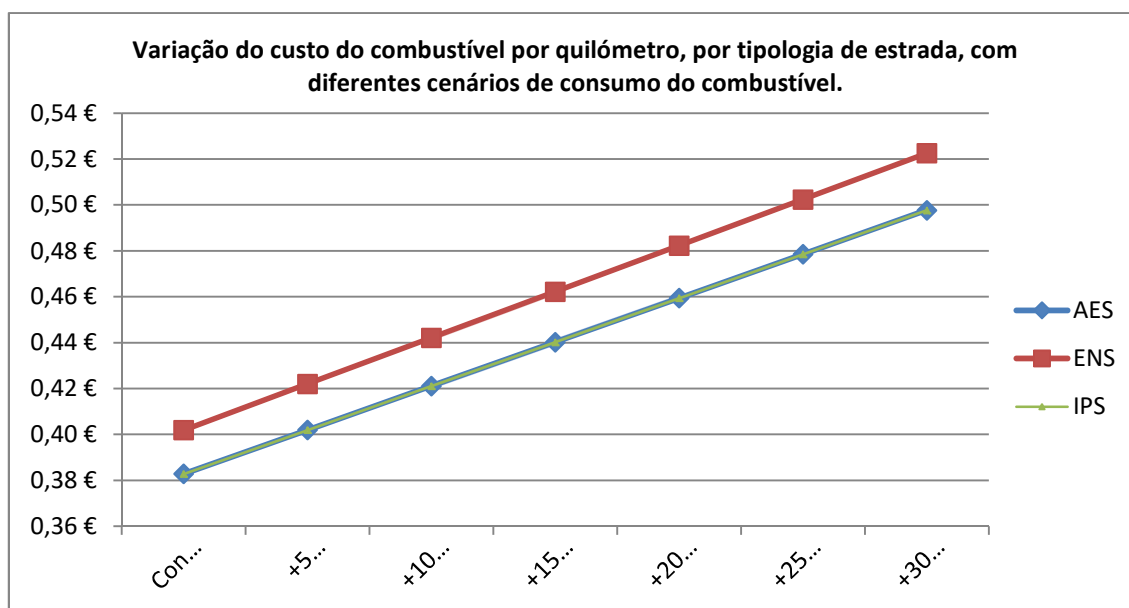


Gráfico 16: Variação do custo do combustível por quilómetro, por tipologia de estrada, com diferentes cenários de consumo do combustível.

Na estrutura dos custos internos médios, o custo com pneus conta em 9,3%, os custos de amortização com os equipamentos do TRC representam 16%, a mão-de-obra direta (motorista) representa 17,7% e finalmente as licenças constituem 6,9% do total dos custos internos. Os custos externos são de 0,77 € e, em termos médios, por cada Euro de

custos internos, verifica-se 0,74 € de custos externos, não suportado por quem transporta ou ordena o transporte de um contentor. O modelo foi construído com o objetivo de identificar o *hinterland* com base nos custos internos, mas foram igualmente efetuadas as simulações dos custos externos. Estes custos, suportados pela sociedade, permitem um maior conhecimento desta realidade de transporte, que pode revestir-se de maior importância quando se efetuam comparações entre modos, sobretudo as alternativas menos poluentes, como a fluvial interior e a ferrovia.

5.5 Conclusões

Foi construído um modelo com o objetivo de calcular o custo (que pode assumir diferentes grandezas) de transporte de um contentor por modo rodoviário para uma matriz O/D de 278 concelhos x 7 portos, à escala de Portugal Continental. O modelo construído baseia-se na rede de estradas existente à data de dezembro de 2013. Partindo deste contexto, foram analisadas, ao longo do capítulo, as simplificações assumidas ao nível do levantamento da rede de estradas e pressupostos associados a um pesado com semirreboque, para o transporte de um contentor. Se numa vertente de gestão empresarial têm mais relevo os custos internos, ligados à gestão corrente de uma empresa do sector, não é menos verdade que na gestão do domínio público ou para a decisão de investimento em infraestruturas, os custos externos tenham que ser destacados. A parametrização dos custos internos e o enquadramento das escolhas tomadas para serem considerados no modelo revestiram-se de uma maior simplicidade em relação aos custos externos, bem mais complexos de adaptar à realidade portuguesa a partir dos estudos existentes. Esta dificuldade ficou a dever-se a três fatores: quer por serem realizados em contextos diferentes, quer das viaturas usadas quer de referências de preços completamente diferentes (custo do solo, mão-de-obra, cuidados de saúde, etc.).

Conforme foi indicado, a identificação dos custos externos revelou-se difícil, face à ausência de estudos pormenorizados sobre a realidade portuguesa e mesmo europeia, sendo que os referidos, sobretudo com base nos Estados Unidos, são mais pormenorizados e usam uma matriz inicial mais rica. Outra dificuldade foi encontrar

valores com a mesma referência anual, sendo que os que foram identificados tiveram de ser, na sua maior parte, atualizados, cambiados e, nalguns casos ainda, convertidos de uma referência de veículo ligeiro para um pesado de mercadorias.

Relativamente ao modelo, revelou-se adequado para o efeito para que foi idealizado e construído, sendo passível de evolução, nomeadamente com a identificação de características suplementares de cada tramo ou com a criação de sub-tramos, sempre que essas características se alteram. Exemplo dessas alterações são a largura das faixas de rodagem, número de faixas, largura das bermas, tipo de pavimento, variações da velocidade legal de acordo com a sinalização vertical ou outra, atravessamento de localidades, localização do tramo (urbana, suburbana, rural), tipo de incidentes na via e sua impedância à deslocação (cruzamentos, entroncamentos, semaforização, rotundas, etc.). O nível de detalhe também pode ser estendido a outras estradas, mas esse limite foi desde logo imposto no modelo, com o facto de um dado tramo ter a capacidade para o trânsito contínuo de pesado de mercadorias (o que não é garantido em vias de nível inferior na hierarquia).

O modelo serviu ainda para efetuar algumas simulações relativas ao comportamento dos custos internos, por tipologia de estradas, derivadas da variação do consumo de combustível e do seu preço. Permitiu, além do mais, fazer uma análise de sensibilidade do comportamento dos *hinterlands* derivado do aumento do preço do combustível, apresentado no capítulo 6.

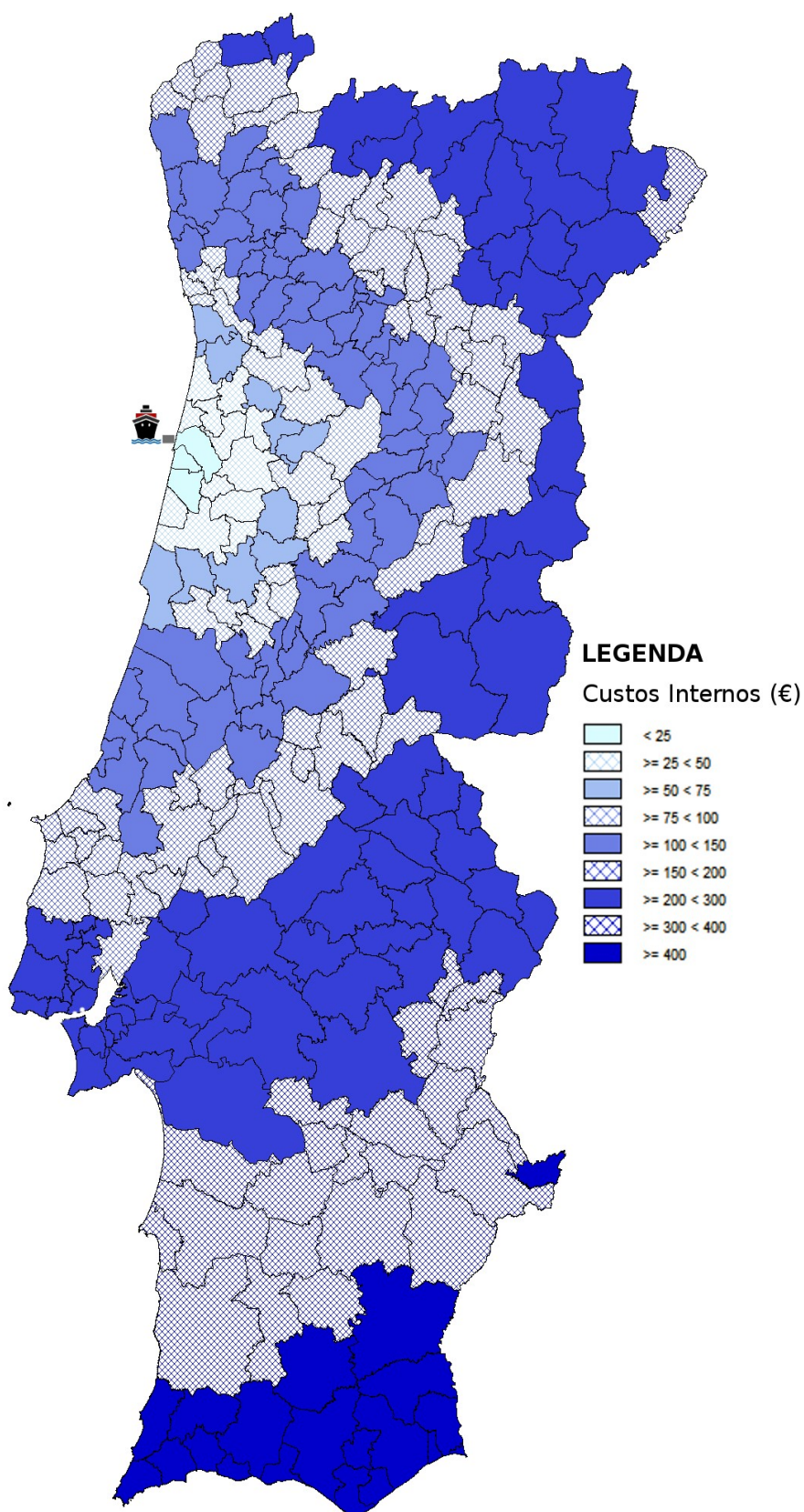
Capítulo 6 – Potenciais *hinterlands* dos portos para cargas contentorizadas transportadas por rodovia; impacto nos potenciais *hinterlands* das simulações de alterações na rede rodoviária considerada – estudos de caso.

6.1 Introdução

Neste capítulo, são apresentados os resultados do modelo usado, começando por uma análise dos potenciais *hinterlands* de cada porto relativamente aos custos internos de transporte de um contentor por um TRC. Para além disto, é dado destaque ao comportamento dos *hinterlands* com a variação do preço ou da quantidade consumida de combustível. Em seguida, surge a análise dos potenciais *hinterlands* em concorrência entre os portos para os parâmetros de custo interno, custo externo, custo interno + externo, distância e tempo. O capítulo termina com a apresentação de seis estudos de caso, com a análise do impacto para os custos internos, com os portos em competição, devido a variações na rede de estradas originadas pela introdução de portagens e pela entrada em operação de novas vias ou subconcessões.

6.2 Análise do potencial *hinterland*, por porto, para acessibilidades rodoviárias, relativamente aos custos internos.

Nos seguintes itens, é apresentada a análise para cada um dos 7 portos dos respetivos potenciais *hinterlands*, baseada nas acessibilidades rodoviárias, de acordo com os dados resultantes do modelo usado. Por uma questão de simplificação, a referência ao *hinterland* no texto pressupõe que é o potencial *hinterland*, na medida em que o termo *hinterland* está diretamente ligado ao conceito de zona terrestre potencial geradora ou recetora de cargas do porto. O termo “potencial” é ainda usado no sentido em que as diferentes escalas de um *hinterland* estão ligadas a N variáveis: o *hinterland* para um tipo de carga é diferente do de outro tipo de carga; pode mudar ao longo dos períodos de



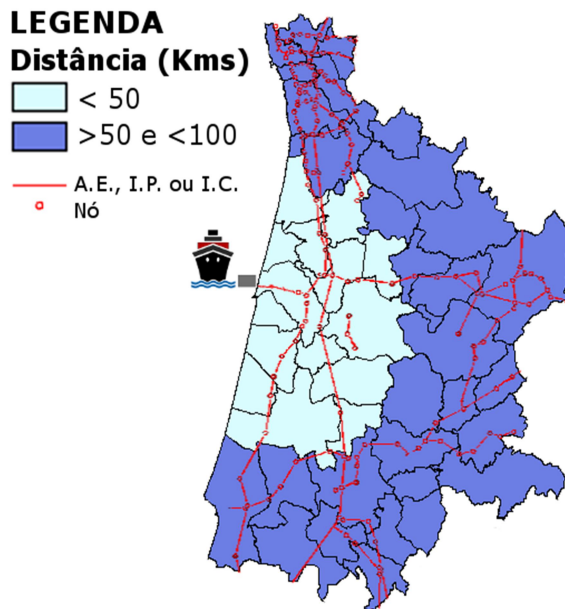
Mapa 5: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Aveiro, em euros.

De acordo com o representado no mapa 5, os concelhos do Algarve, os mais a sudoeste do Alentejo e Barrancos apresentam valores superiores a 400 € para a deslocação. No intervalo de 300 a 400 euros, encontra-se o concelho de Miranda do Douro e ainda os concelhos do centro do Alentejo. No intervalo de 200 a 300 euros, de salientar a inclusão de Monção e de Melgaço e de grande parte dos concelhos do nordeste transmontano, que embora menos distantes do que os concelhos da parte norte do Alentejo, estão no mesmo intervalo de valores. Registam-se alguns casos de descontinuidade entre intervalos de custos: Oliveira de Azeméis e Arouca, Arganil e Covilhã, Águeda e Tondela e Penacova e Arganil. A forma das faixas de concelhos dentro de um dado intervalo de custos assemelha-se a uma curva elipsoide, com achatamento meridional, correspondendo a uma rede de estradas mais desenvolvida de norte para sul do que de este para oeste.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Aveiro tem um custo interno médio de deslocação de 193,97 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (para os 278 concelhos, dos custos internos), o mesmo é de 1,02 €, atingindo um máximo de 1,09 € para o concelho de Carrazeda de Ansiães e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Matosinhos. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 71,0 Km/h, com um máximo de 75,7 Km/h para o concelho de Vila Nova da Barquinha e um mínimo de

60,4 Km/h para o concelho de Pampilhosa da Serra.

Efetuada uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 6), o custo interno médio de deslocação (15 concelhos) é de 31,85 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,00 €, atingindo um máximo de 1,04 € para o concelho de Aveiro e um mínimo de 0,99 € para o concelho de Ovar. A velocidade média de deslocação é de 67,4 Km/h, com um máximo de 71,0



Mapa 6: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Aveiro, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

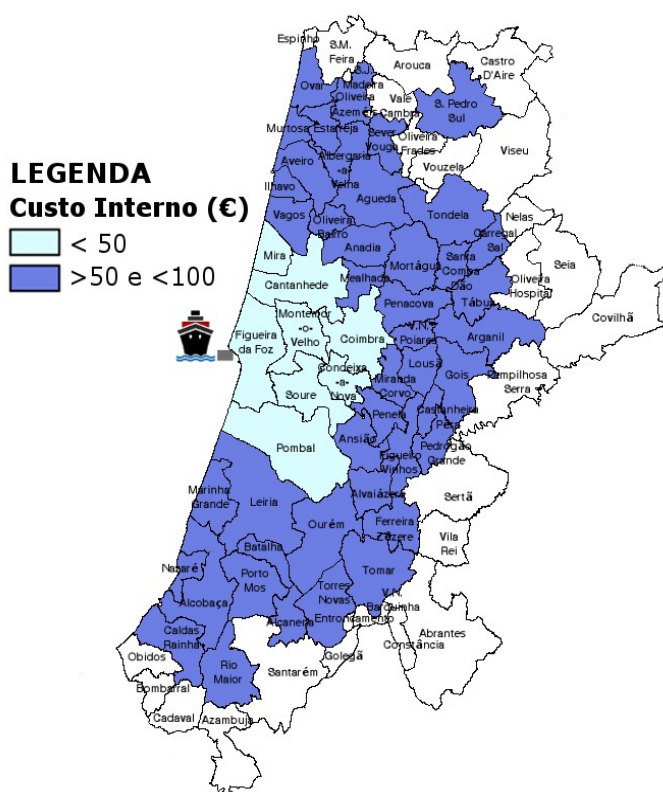
Km/h para o concelho de Albergaria-a-Velha e um mínimo de 61,4 Km/h para o concelho de Aveiro.

Se a análise for alargada para os concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo interno médio de deslocação (49 concelhos) é de 64,93 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (custo interno), o mesmo é de 1,01 €, atingindo um máximo de 1,06 € para o concelho de Tondela e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Matosinhos. A velocidade média de deslocação é de 68,6 Km/h, com um máximo de 74,1 Km/h para o concelho de Paredes e um mínimo de 61,4 Km/h para o concelho de Aveiro.

6.2.2 Porto da Figueira da Foz

O porto da Figueira da Foz dispõe de acessos à rede de autoestradas que ligam pelo litoral o Porto a Lisboa, com a A17 a passar junto da cidade e com a ligação pela A14 à A1, onde há ligação ao IP3 (via de penetração que cruza os distritos de Coimbra e

Viseu, com ligação à A24 em Viseu). Também o IC8, que inicia na A17, junto ao Outeiro do Lourçal (concelho de Pombal, no limite sul do concelho de Figueira da Foz), permite uma boa ligação ao interior, cruzando-se com a A13 em Ansião e com a A23 em Vila Velha de Rodão. Com a rede de estradas existente, na simulação efetuada no modelo, encontram-se os seguintes concelhos com valores inferiores a 50 € de custos internos para o transporte de um contentor (mapa 7): no



Mapa 7: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Figueira da Foz é inferior a 50€ e a 100€.

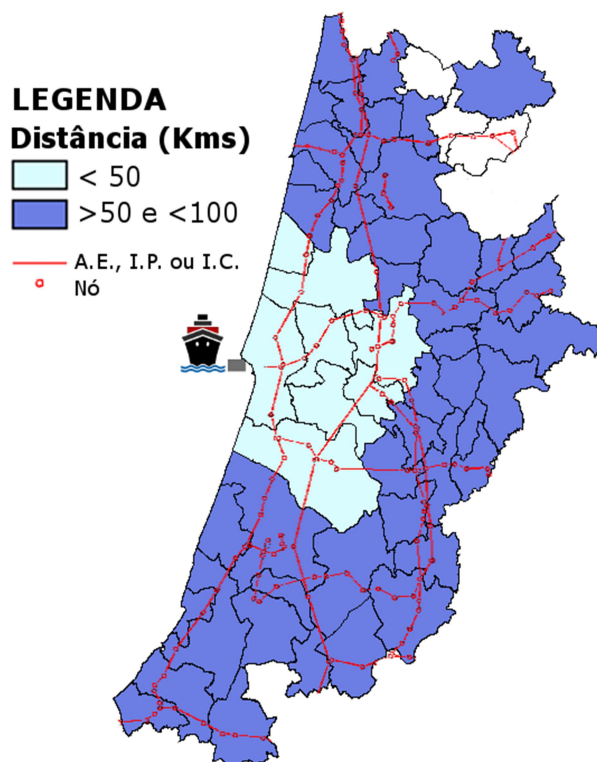
limite norte, Mira e Cantanhede, a este, Coimbra, Condeixa-a-Nova e Soure e a sul, Pombal.

Com valores de deslocação inferiores a 100 € verificam-se, no limite a norte, os concelhos de Ovar, São João da Madeira e Sever de Vouga, para além do concelho destacado de São Pedro do Sul. A este, os concelhos de Águeda, Tondela, Carregal do Sal, Tábua, Arganil, Góis, Castanheira de Pêra, Pedrogão Grande, Figueiró dos Vinhos, Ferreira do Zêzere e Tomar. Para sul, os concelhos limite são Torres Novas, Alcanena, Porto de Mós, Rio Maior e Caldas da Rainha.

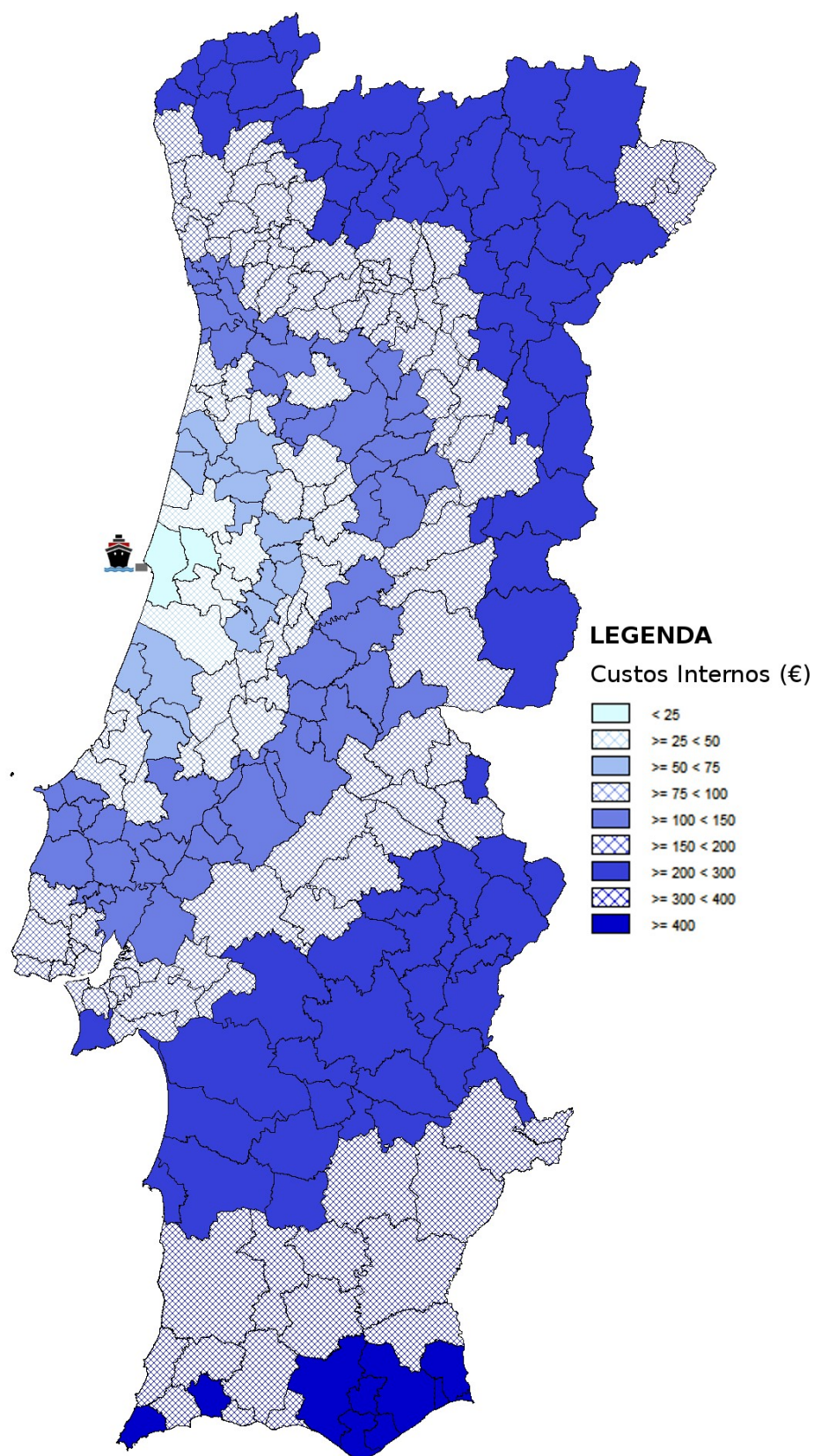
De acordo com o representado no mapa 9, alguns concelhos do Algarve apresentam custos superiores a 400 €, sobretudo os mais orientais. Entre 300 e 400 euros, aparecem ainda alguns concelhos do Algarve, os do sul do Alentejo, Vimioso e Miranda do Douro no nordeste de Portugal. Nos intervalos de valores escolhidos para a representação do *hinterland* do porto da Figueira da Foz, aparecem algumas descontinuidades como as que ocorrem entre a Covilhã e Arganil, Porto de Mós e Santarém, Sever do Vouga com

Oliveira de Frades e Vouzela, explicáveis pela orografia e pela rede de estradas existente. A forma das faixas dos concelhos dentro dos intervalos de custos escolhidos para a sua representação em mapa, tal como identificado para o porto de Aveiro, assumem uma curva elipsoide com o mesmo tipo de achatamento.

Em termos geográficos, o porto da Figueira da Foz é o mais central de Portugal, com a menor distância à serra da Melriça, em Vila do Rei, onde se situa o centro geodésico.



Mapa 8: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Figueira da Foz, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.



Mapa 9: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto da Figueira da Foz, em euros.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto da Figueira da Foz tem um custo interno médio de deslocação de 180,33 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), o mesmo é de 1,01 €, atingindo um máximo de 1,13 € no concelho de Figueira da Foz e um mínimo de 0,96 € no concelho de Montemor-o-Velho. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 70,6 Km/h, com um máximo de 75,5 Km/h para o concelho de Valença e um mínimo de 50,9 Km/h para o concelho da Figueira da Foz.

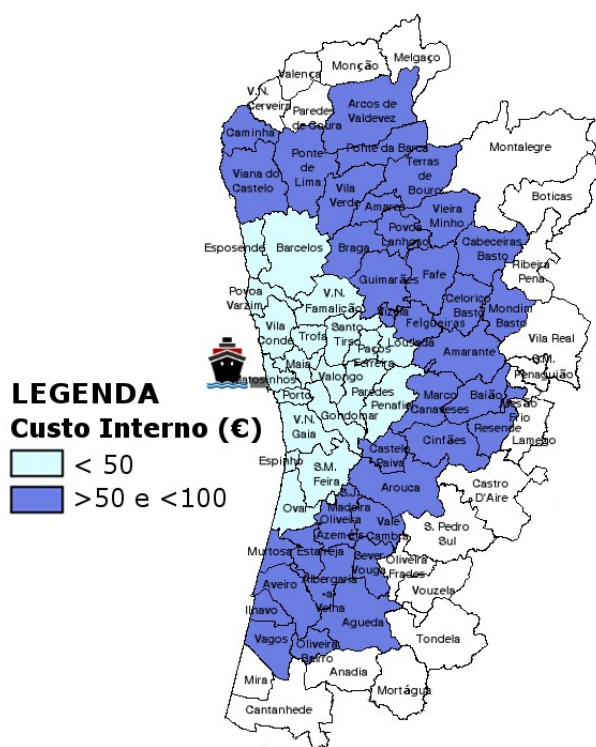
Efetuada uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 8), o custo interno médio de deslocação (8 concelhos) é de 31,61 €. Relativamente ao valor por quilómetro médio, o mesmo é de 1,00 €, atingindo um máximo de 1,13 € para o concelho de Figueira da Foz e um mínimo de 0,96 € para o concelho de Montemor-o-Velho. A velocidade média de deslocação é de 66,3 Km/h, com um máximo de 72,6 Km/h para o concelho de Cantanhede e um mínimo de 50,9 Km/h para o concelho da Figueira da Foz.

Se a análise for efetuada para os concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (53 concelhos) é de 71,24 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, mantém-se no 1,00 €, atingindo o máximo e o mínimo nos mesmos concelhos da análise para menos de 50 Km. A velocidade média de deslocação é de 69,9 Km/h, com um máximo de 75,3 Km/h para o concelho de Caldas da Rainha e um mínimo de 50,9 Km/h para o concelho da Figueira da Foz.

6.2.3 Porto de Leixões

O porto de Leixões, inserido na Área Metropolitana do Porto, conta com uma ligação à rede de autoestradas que servem a AMP a partir da A28, VRI e da A4, derivando para a A3, A41, A32, A1 e A29.

Analisando os concelhos com custos internos de deslocação inferiores a 50 € (mapa 10), encontram-se, no limite norte, Esposende e Barcelos. O limite este começa em Vila Nova de Famalicão, continua por Santo Tirso, Lousada, Penafiel, Gondomar e acaba em Santa Maria da Feira. A sul, o limite tem o concelho de Ovar. Com valores de



Mapa 10: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Leixões é inferior a 50€ e a 100€.

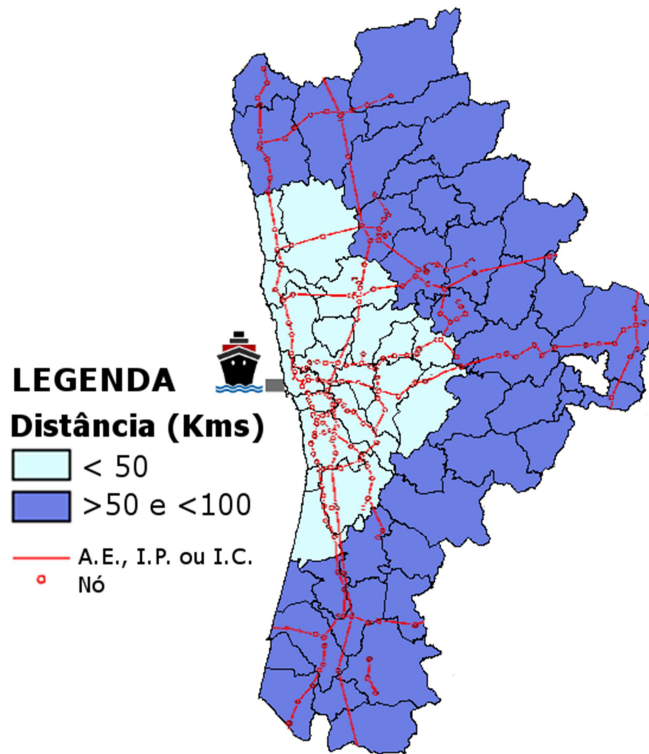
da AML e a parte norte do Alentejo situam-se entre os 300 e 400 euros. Entre 200 e 300 euros, encontra-se uma faixa de concelhos que inicia a norte de Lisboa, cruza o interior, diagonalmente, e acaba no nordeste transmontano. As faixas de concelhos, dentro de certos intervalos, não se apresentam todas à mesma distância do porto, sendo notório que a distância é superior no sentido norte-sul e menor no sentido oeste-este. Uma vez mais, conforme se verifica nos portos de Aveiro e da Figueira da Foz, verificam-se descontinuidades nos intervalos (entre concelhos): Gondomar e Castelo de Paiva, Barcelos e Ponte de Lima, Arcos de Valdevez e Melgaço, Arouca e Vale de Cambra com São Pedro do Sul, Baião e Amarante com Santa Marta de Penaguião e Vila Real.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Leixões tem um custo médio de deslocação de 219,41 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), é de 1,02 € para o porto de Leixões, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Matosinhos e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Macedo de Cavaleiros. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 71,7 Km/h, com um máximo de

deslocação inferiores a 100 €, tem no limite norte os concelhos de Caminha, Ponte de Lima Arcos de Valdevez. A este, os concelhos de Ponte da Barca, Terras do Bouro, Vieira do Minho, Cabeceiras de Basto, Mondim de Basto, Amarante, Baião, Resende, Cinfães, Arouca, Vale de Cambra, Sever do Vouga e Águeda, onde se inicia a fronteira sul, que inclui ainda Oliveira do Bairro e Vagos.

De acordo com o representado no mapa 12, os concelhos do sul do Alentejo e todos os do Algarve apresentam valores superiores a 400 €.

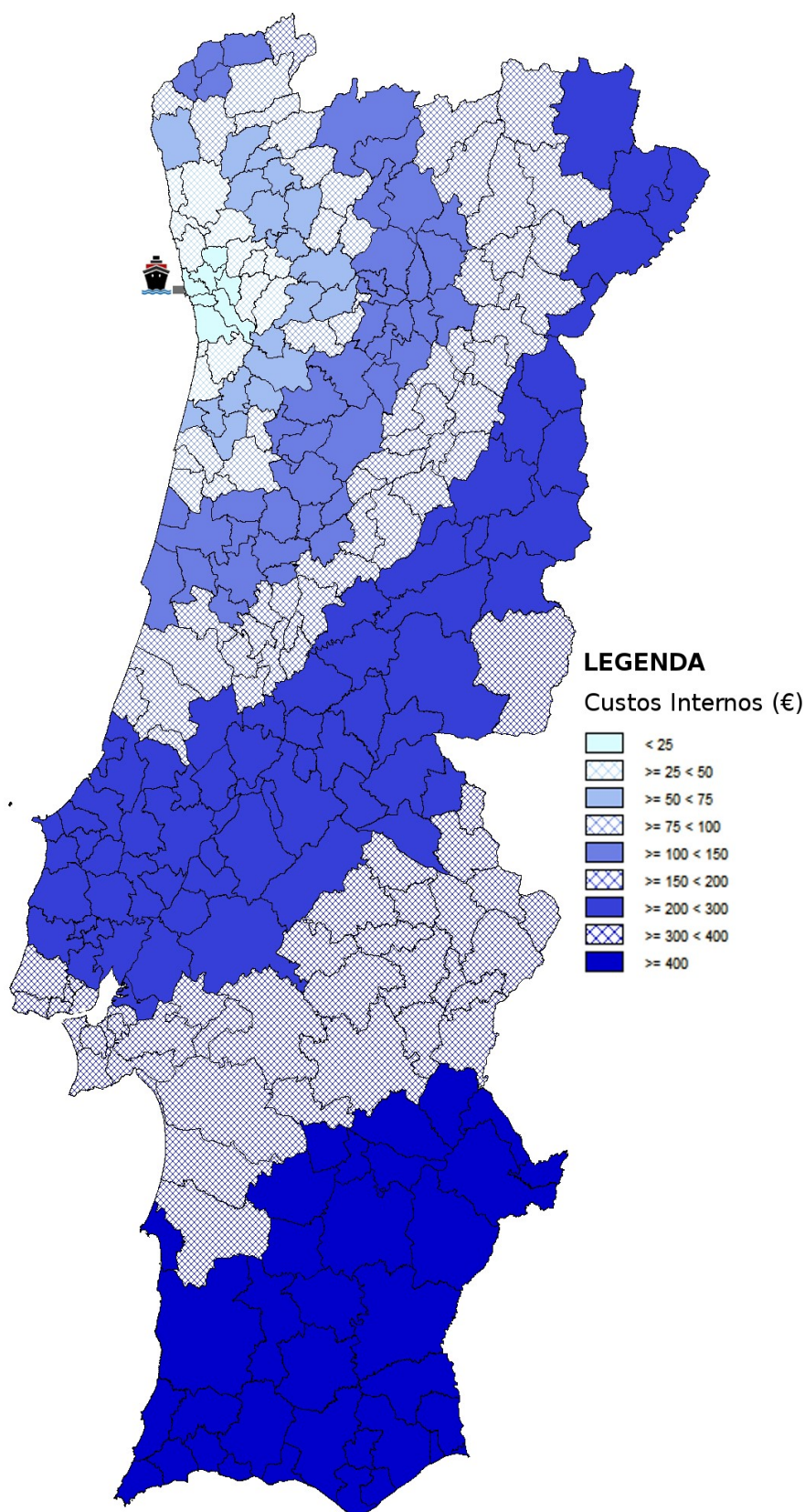
76,8 Km/h para o concelho do Cartaxo e um mínimo de 40,5 Km/h para o concelho de Matosinhos.



Mapa 11: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Leixões, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

Efetuada uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 11), o custo médio de deslocação (22 concelhos) é de 31,65 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,03 €, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Matosinhos e um mínimo de 0,9914 € para o concelho de Ovar. A velocidade média de deslocação é de 67,1 Km/h, com um máximo de 75,1 Km/h para o concelho de Paredes e um mínimo de 40,4 Km/h para o concelho de Matosinhos.

Se a análise for aplicada aos concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (62 concelhos) é de 61,38 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, verifica-se que é de 1,02 €, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Matosinhos e um mínimo de 0,9899 € para o concelho de Estarreja. A velocidade média de deslocação é de 69,0 Km/h, atingindo o máximo e o mínimo nos mesmos concelhos da análise para menos de 50 Km.



Mapa 12: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Leixões, em euros.

6.2.4 Porto de Lisboa

O porto de Lisboa, inserido na Área Metropolitana de Lisboa tem ligação às principais vias: as que cruzam o litoral do país – A17/A8, A1, A2, A13, etc. e as de penetração no interior, como a A23 ou A6.



Mapa 13: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Lisboa é inferior a 50€ e a 100€.

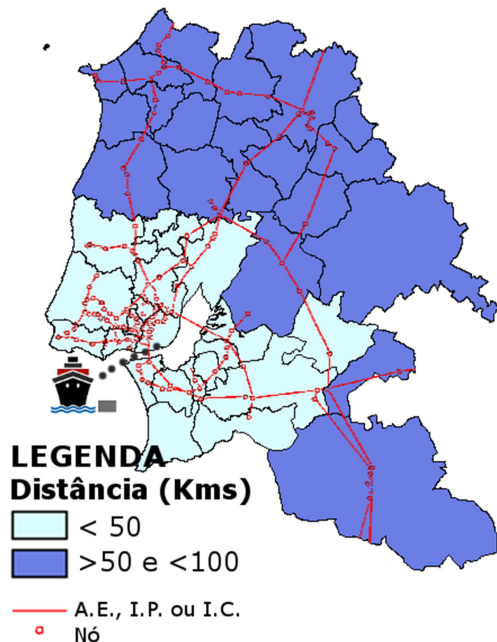
Efetuada uma análise para valores inferiores a 50 € de custos internos para o transporte de um contentor (mapa 13), encontram-se, no limite norte, os concelhos de Mafra, Sobral Monte Agraço e Arruda dos Vinhos, a este, os concelhos de Vila Franca de Xira, Alcochete e Montijo e no limite sul, Sesimbra e Palmela.

Com valores de deslocação inferiores a 100 €, tem a norte os concelhos de Caldas da Rainha, Rio Maior e Santarém, a este, os concelhos de Almeirim, Coruche e Vendas Novas. A sul o limite é no concelho de Alcácer do Sal.

De acordo com o representado no mapa 15, Trás-os-Montes e os concelhos mais a norte do Alto Minho apresentam valores superiores a 400 € de custos internos para a deslocação. Entre os 300 e os 400 € encontram-se Tavira e Vila Real de Santo António, os restantes concelhos da região norte de Portugal e os concelhos mais juntos à raia, na região centro. Entre os 200 e os 300 euros, encontra-se uma faixa de concelhos que se inicia no litoral na região centro, estendendo-se em diagonal até alguns concelhos na parte norte do Alentejo. É interrompida em Elvas e Campo Maior, reaparecendo em Barrancos, cobrindo o Algarve numa diagonal de pendente invertido relativamente à anterior e acabando nos concelhos atlânticos.

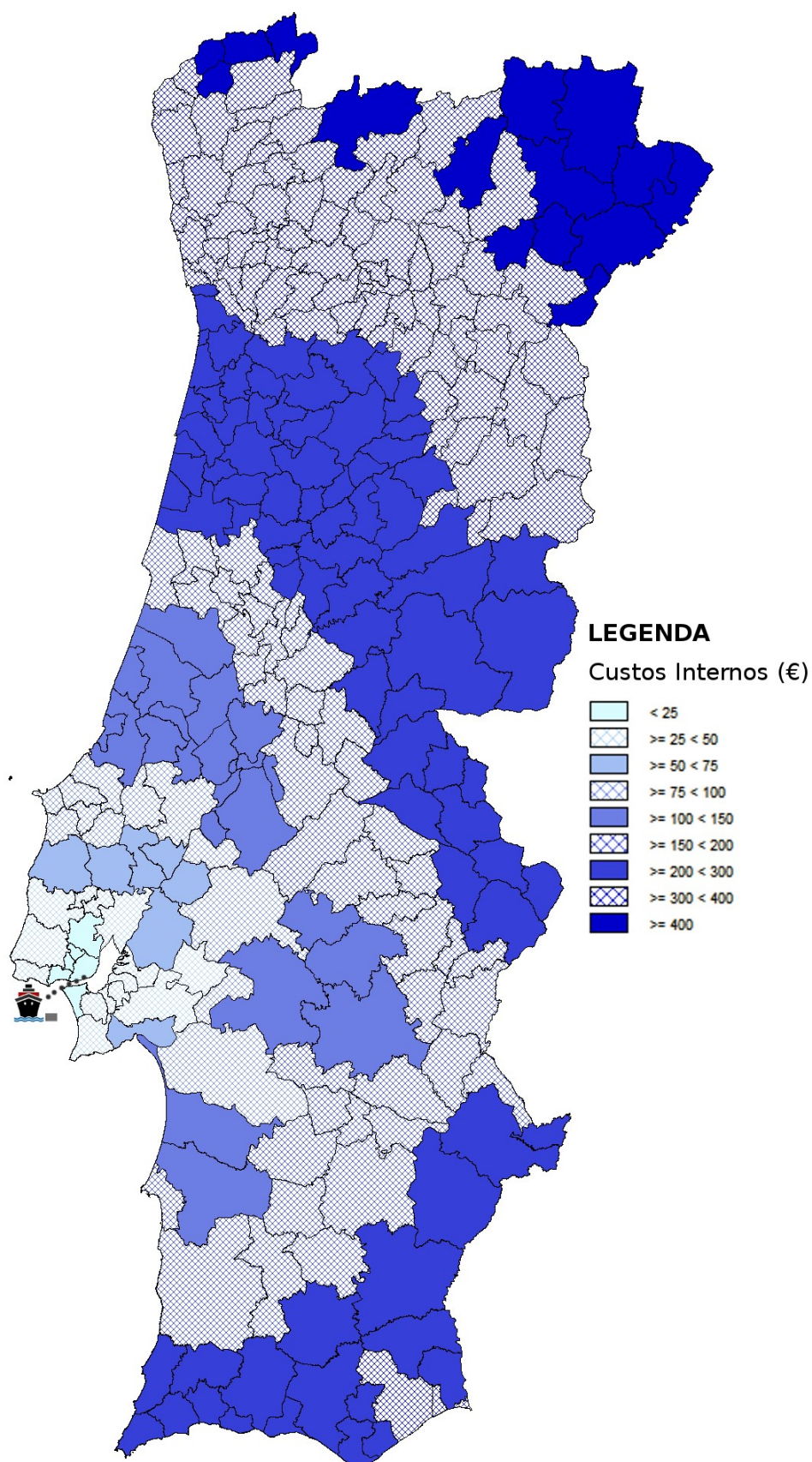
Nota-se no *hinterland* do porto de Lisboa algumas manifestações da existência / ausência de uma boa rede de estradas, destacando-se pela negativa Montalegre e Valpaços ou pela positiva Chaves e Boticas (existência da A24), Mirandela (existência da A4) ou Torre de Moncorvo (existência do IP2). Sucedem fenómenos de descontinuidade de intervalos de custos entre concelhos como Setúbal e Grândola (explicável pela distância entre as respetivas sedes de concelho e pela presença do obstáculo natural que é o rio Sado), Coruche e Ponte de Sôr (devido à localização da sede de concelho e a área de cada um dos concelhos) e Alcácer do Sal com Alvito, Viana do Alentejo e Ferreira do Alentejo.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Lisboa tem um custo médio de deslocação de 239,00 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), o mesmo é de 1,05 €, atingindo um máximo de 1,71 € para o concelho de Almada e um mínimo de 0,95 € para o concelho de Sintra. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 70,5 Km/h, com um máximo de 76,2 Km/h para o concelho de Olhão e um mínimo de 38,5 Km/h para o concelho de Lisboa.



Procedendo a uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 14), o custo médio de deslocação (20 concelhos) é de 34,26 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,16 €, atingindo um máximo de 1,71 € para o concelho de Almada e um mínimo de 0,95 € para o concelho de Sintra. A velocidade média de deslocação é de 64,7 Km/h, com um máximo de 73,0 Km/h para o concelho de Palmela e um mínimo de 38,5 Km/h para o concelho da Lisboa.

Mapa 14: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Lisboa, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

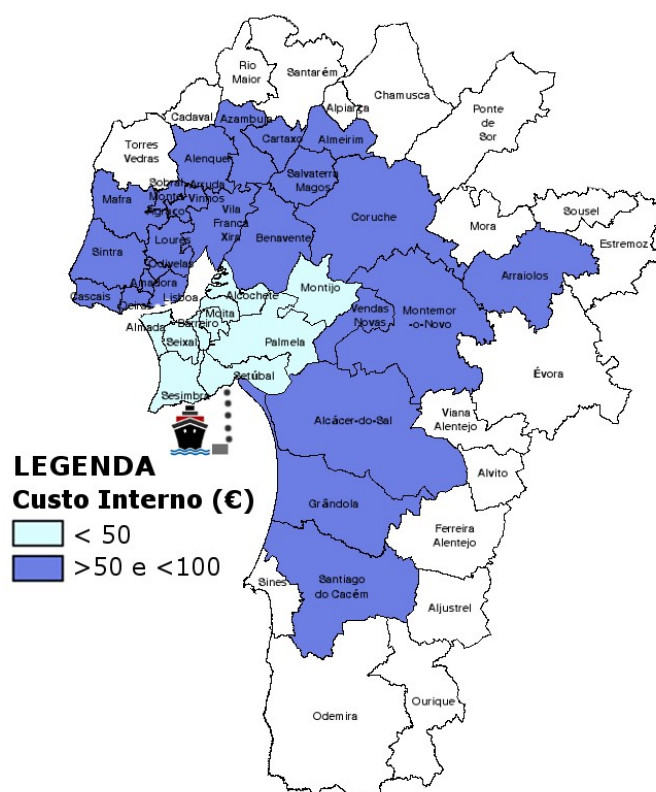


Mapa 15: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Lisboa, em euros.

Se a análise for para os concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (40 concelhos) é de 57,32 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,10 € atingindo o máximo e o mínimo nos mesmos concelhos da análise para menos de 50 Km. A velocidade média de deslocação é de 66,8 Km/h, com um máximo de 74,6 Km/h para o concelho de Caldas da Rainha e um mínimo de 38,3 Km/h para o concelho de Lisboa.

6.2.5 Porto de Setúbal

O porto de Setúbal é bem servido de acessibilidades, com vias paralelas à linha do litoral, como a A1 e A8 (a norte) e a A2 para sul e a A6 - via de penetração para o interior (que cruza com a A13 e a A2 junto a Pegões). Efetuada a simulação, com valores inferiores a 50 € de custos internos para o transporte de um contentor (mapa 16),



Mapa 16: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Setúbal é inferior a 50€ e a 100€.

encontram-se os concelhos do limite norte da Península de Setúbal, a este, os concelhos de Montijo e Palmela e a sul, o concelho de Setúbal, onde se situa o porto.

Com valores de deslocação inferiores a 100 €, tem a norte os concelhos de Mafra, Sobral de Monte Agraço, Alenquer, Azambuja, Cartaxo e Almeirim. O limite este encontra-se entre Coruche e Arraiolos, Montemor-o-Novo, Alcácer do Sal e Grândola, acabando a sul, no concelho de Santiago do Cacém.

De acordo com o representado

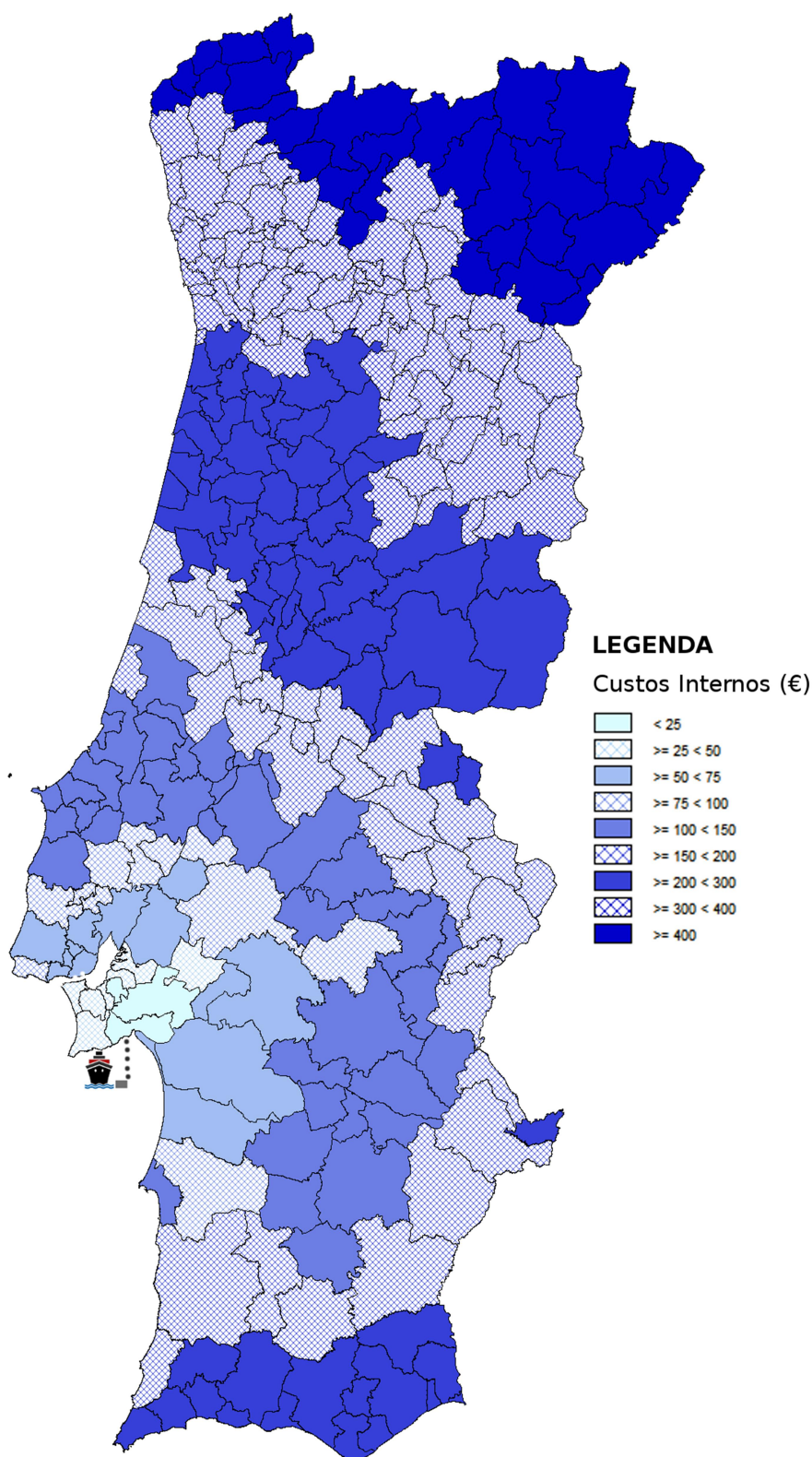
no mapa 17, com valores superiores a 400 €, encontram-se os concelhos mais a norte de Portugal, junto à fronteira, numa faixa que se estende desde o litoral para este, crescendo em largura de oeste para este, mas com um emagrecimento junto aos concelhos a nordeste de Vila Real, evidenciando o poder de penetração da A24 e da A4 nestes concelhos. Entre 300 e 400 euros, surge uma faixa de concelhos que nasce no litoral, entre Espinho e Viana do Castelo e que segue para o interior, morrendo na fronteira entre Figueira de Castelo Rodrigo e o Sabugal. Nesta faixa, nota-se a inclusão dos concelhos de Seia, Manteigas e Gouveia, devido à falta de uma boa rede de estradas, levando a que a faixa de concelhos apresente a maior largura entre Seia e Vila Nova de Foz Côa.

No intervalo de 200 a 300 euros, tem-se os concelhos do Algarve, Barrancos, Marvão e Castelo de Vide e uma faixa que inicia na fronteira entre Vila Velha de Ródão e Penamacor e se estende até ao litoral, entre Ovar e Pombal.

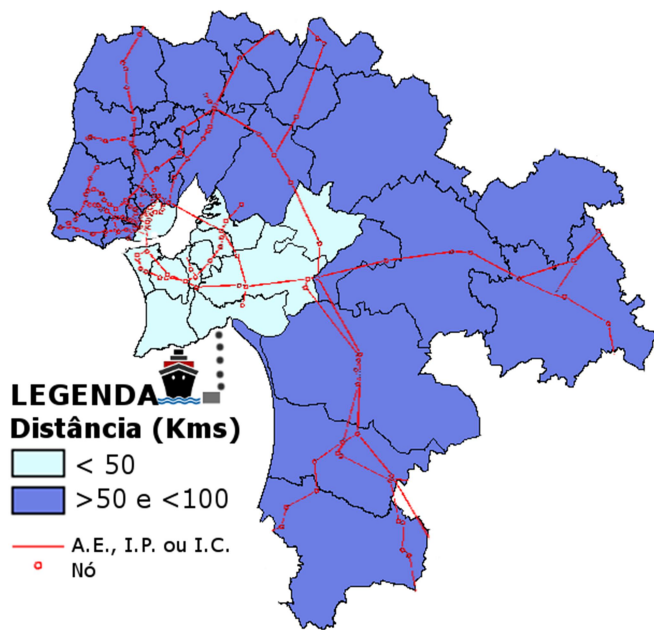
Em termos de descontinuidade de intervalos de custos, verifica-se um caso entre Santiago de Cacém e Odemira, e vários entre os concelhos de Grândola, Alcácer do Sal e Montemor-o-Novo com os concelhos imediatos para o interior do Alentejo.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Setúbal tem um custo médio de deslocação de 244,59 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), o mesmo é de 1,01 €, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Setúbal e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Grândola. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 70,2 Km/h, com um máximo de 74,5 Km/h para o concelho de Valença e um mínimo de 40,0 Km/h para o concelho de Setúbal.

Realizando uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 18), o custo médio de deslocação (10 concelhos) é de 29,34 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, situa-se em 1,07 €, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Setúbal e um mínimo de 1,00 € para o concelho de Vendas Novas. A velocidade média de deslocação é de 61,8 Km/h, com um máximo de 69,5 Km/h para o concelho de Almada e um mínimo de 40,0 Km/h para o concelho da Setúbal.



Mapa 17: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Setúbal, em euros.



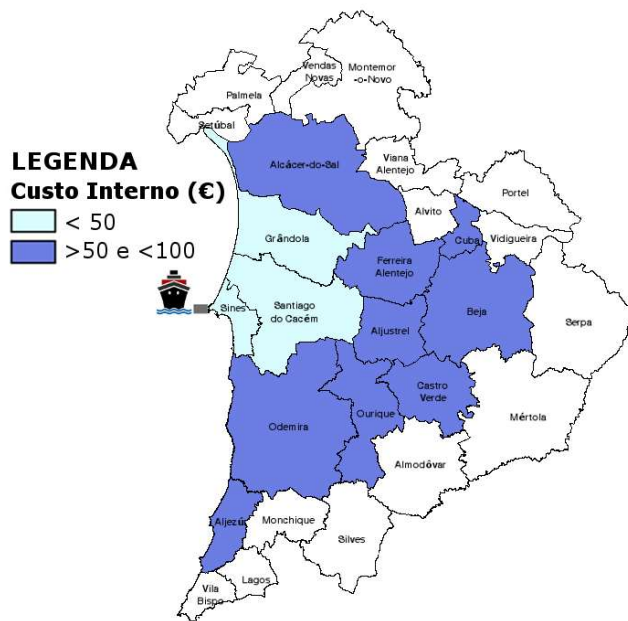
Mapa 18: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Setúbal, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

Se for efetuada uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (35 concelhos) é de 63,71 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,05 €, atingindo um máximo de 1,27 € para o concelho de Setúbal e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Grândola. A velocidade média de deslocação é de 67,4 Km/h, com um máximo de 73,3 Km/h para o concelho de Évora e um mínimo de 40,0 Km/h para o concelho da Setúbal.

6.2.6 Porto de Sines

O porto de Sines tem um défice de acessibilidades rodoviárias, contando com a presença da A26 até Santiago do Cacém e o IC33 para a ligação à A2, em Grândola. Grande parte do IC33 encontra-se em obras de beneficiação, fazendo parte da Subconcessão Baixo Alentejo, que viu as obras interrompidas durante alguns anos (a adjudicação foi efetuada em 2009), tendo recommençado em 2015. Assim, com valores inferiores a 50 € de custos internos para o transporte de um contentor (mapa 19), encontram-se apenas 3 concelhos - Grândola, Santiago do Cacém e Sines.

Com valores de deslocação inferiores a 100 €, indicam-se, a norte, os concelhos de Alcácer-do-Sal, Ferreira do Alentejo e Cuba. A este, os concelhos de Beja, Castro Verde e Ourique, sendo que o limite sul é nos concelhos de Odemira e Aljezur.

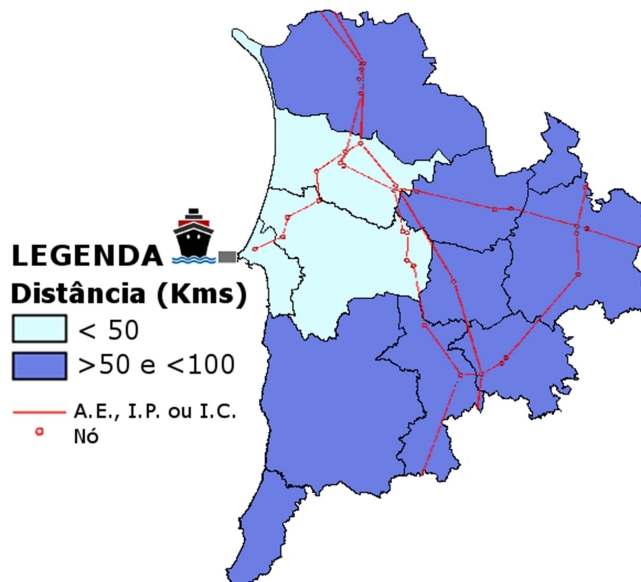


Mapa 19: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Sines é inferior a 50€ e a 100€.

De acordo com o representado no mapa 21, os intervalos de custos acima de 400 euros, de 300 a 400 euros e de 200 a 300 euros apresentam-se em faixas de concelhos, entre o litoral e a raia, cobrindo o norte e centro de Portugal.

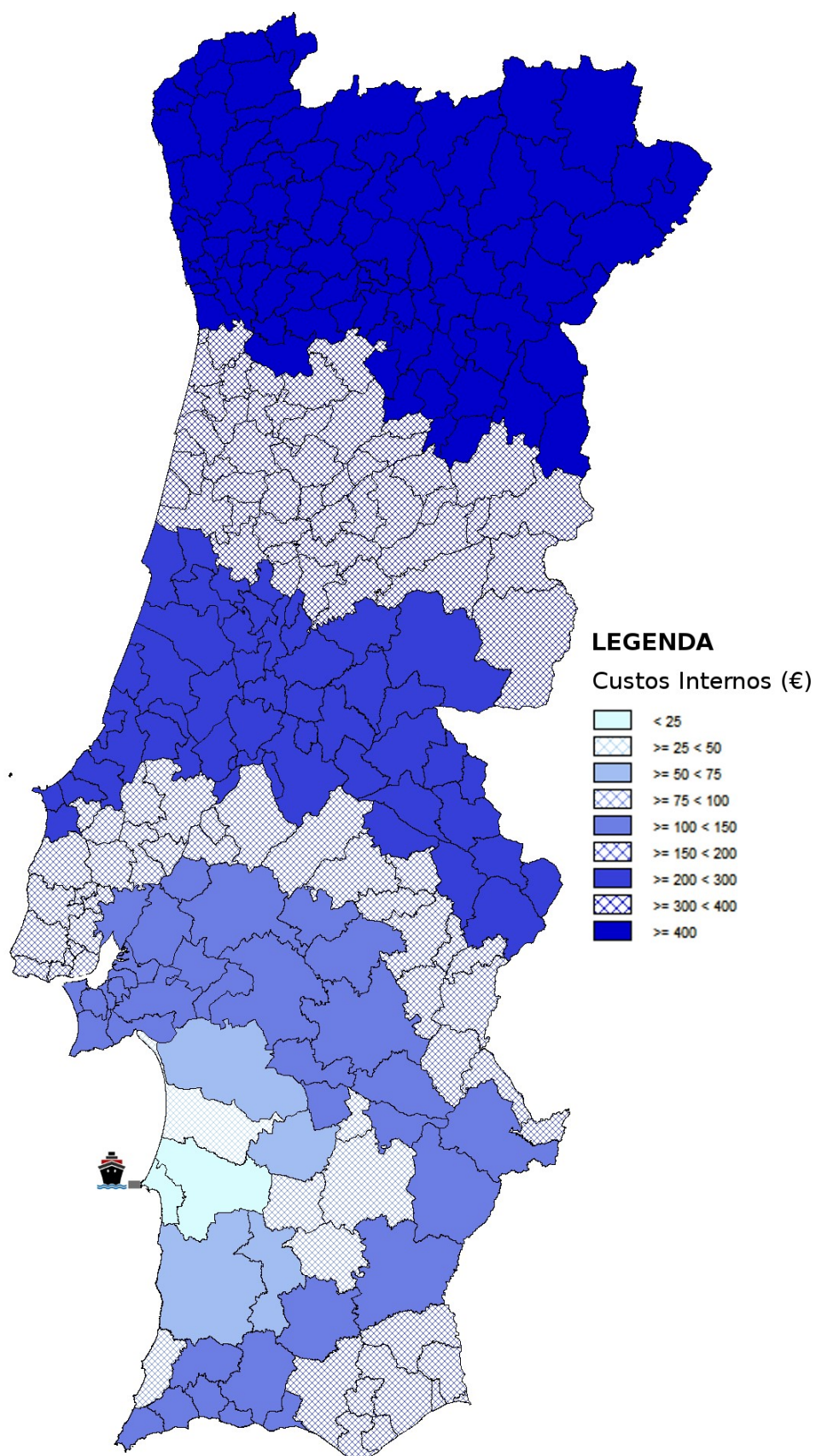
Verificam-se vários fenómenos de descontinuidade no Alentejo, fruto das grandes áreas dos concelhos nesta zona do país e da falta de uma rede de estradas de hierarquia superior, para além da A2, que rasga este território de norte para sul.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Sines tem um custo médio de deslocação de 302,62 €.



Mapa 20: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Sines, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

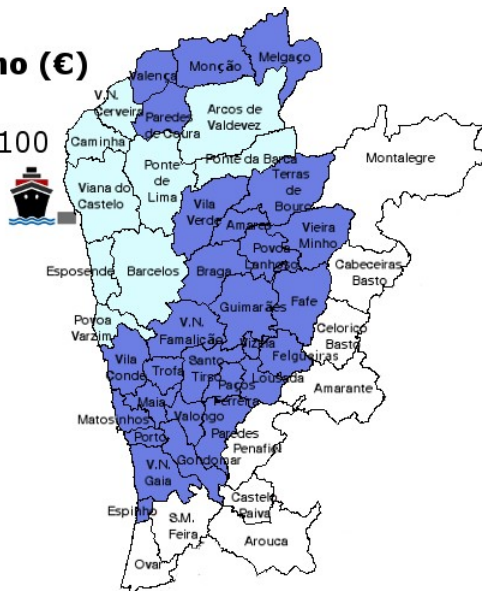
deslocação de 302,62 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), situa-se em 1,00 €, atingindo um máximo de 1,06 € para o concelho de Monchique e um mínimo de 0,98 € para o concelho de Vendas Novas. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 70,0 Km/h, com um máximo de 74,6 Km/h para o concelho de Valença e um mínimo de 58,5 Km/h para o concelho de Monchique.



Mapa 21: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Sines, em euros.

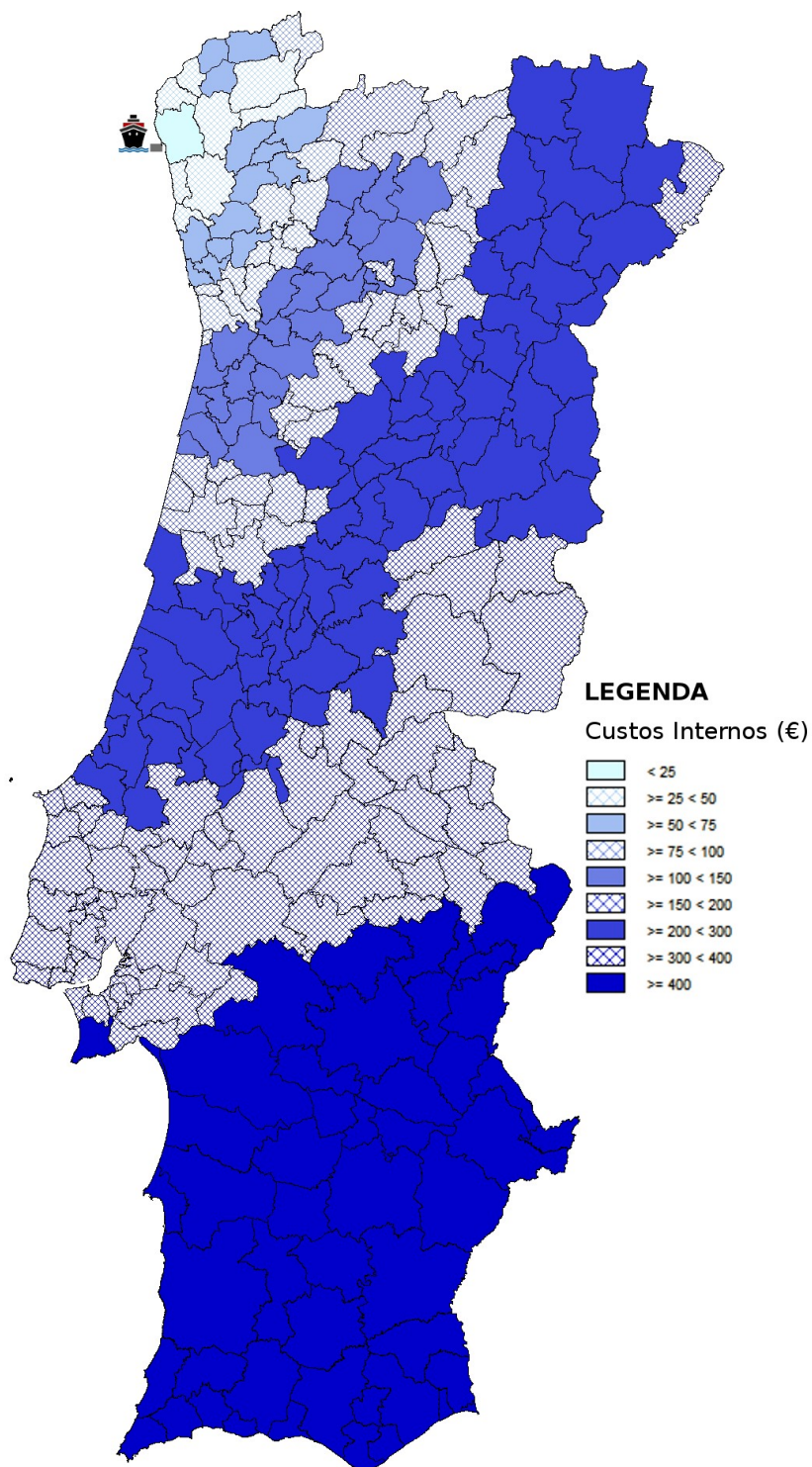
Caso a análise se aplique aos concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (12 concelhos) é de 57,15 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,00 € atingindo um máximo de 1,04 € para o concelho de Sines e um mínimo de 0,9875 € para o concelho de Beja. A velocidade média de deslocação é de 65,7 Km/h, com um máximo de 67,8 Km/h para o concelho de Cuba e um mínimo de 61,2 Km/h para o concelho de Sines.

O porto de Viana do Castelo está servido pelas autoestradas A28 e A27, com a primeira a permitir a ligação ao litoral norte e a segunda uma boa acessibilidade ao interior do



Mapa 22: Concelhos para o qual o custo interno de deslocação de um TRC para o porto de Viana do Castelo é inferior a 50€ e a 100€.

concelhos de Vila Nova de Cerveira, Ponte de Lima e Arcos de Valdevez no limite norte; a este, Ponte da Barca até Barcelos e o limite sul encontra-se no concelho da Póvoa de Varzim.



Mapa 23: Custo interno de deslocação de um TRC entre cada concelho e o porto de Viana do Castelo, em euros.

Com valores de deslocação inferiores a 100 € tem, a norte, os concelhos de fronteira com Espanha do Alto Minho, a este, os concelhos de Terras do Bouro, Fafe, Felgueiras, Lousada e Paredes. O limite sul situa-se nos concelhos de Espinho, Vila Nova de Gaia e Gondomar.

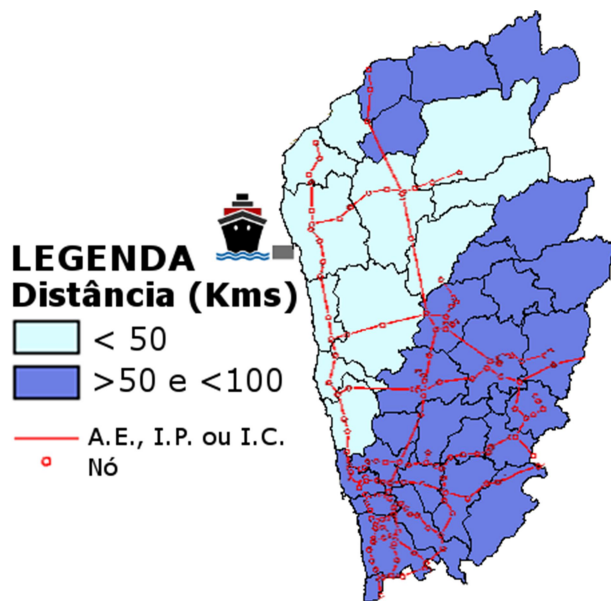
De acordo com o representado no mapa 23, dada a excentricidade da localização do porto de Viana do Castelo relativamente ao centro geodésico de Portugal, os custos internos de deslocação para os concelhos mais distantes atingem valores bastante elevados, como acontece com os do Algarve, quase todos superiores a 500 €, ou os do Alentejo, com valores entre os 300 e os 500 €.

No intervalo acima de 400 €, encontram-se todos os concelhos do centro do Alentejo e os demais a sul. Entre 300 e 400, a faixa de concelhos que se situa entre Setúbal e Óbidos, no litoral, estendendo-se para o interior até a linha de fronteira, entre Arronches e Penamacor. Surge ainda o concelho de Miranda do Douro, de forma isolada, neste intervalo de custos. Entre 200 e 300 euros, a faixa estende-se do litoral, entre Caldas da Rainha e Figueira da Foz até à linha de fronteira, entre Sabugal e Bragança. Verificam-se alguns fenómenos de descontinuidade de intervalos de custos, tais como entre Águeda e Tondela, Arcos de Valdevez e Melgaço, Montalegre e Vieira do Minho, Santa Marta de Penaguião e os concelhos que o rodeiam.

Em relação ao total dos 278 concelhos, o porto de Viana do Castelo tem um custo médio de deslocação de 272,65 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro (278 concelhos), situa-se em 1,03 €, atingindo um máximo de 1,43 € para o concelho de Viana do Castelo e um mínimo de 0,9952 € para o concelho de Palmela. A velocidade média de deslocação (278 concelhos) é de 69,7 Km/h, com um máximo de 745,6 Km/h para o concelho do Cartaxo e um mínimo de 32,7 Km/h para o concelho de Viana do Castelo.

Efetuada uma análise para os concelhos a uma distância inferior a 50 Km (mapa 24), o custo médio de deslocação (12 concelhos) é de 38,80 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, verifica-se ser de 1,09 €, atingindo um máximo de 1,43 € para o concelho de Viana do Castelo e um mínimo de 1,01 € para o concelho de Arcos de Valdevez. A velocidade média de deslocação é de 56,5 Km/h, com um máximo de 63,7

Km/h para o concelho de Arcos de Valdevez e um mínimo de 32,7 Km/h para o concelho da Viana do Castelo.



Mapa 24: Concelhos a menos de 50 e de 100 Kms do porto de Viana do Castelo, com a distância medida pela rede de estradas usada no modelo.

Se a análise for efetuada para os concelhos a uma distância inferior a 100 Km, o custo médio de deslocação (38 concelhos) será de 65,61 €. Relativamente ao valor médio por quilómetro, o mesmo é de 1,06 €, atingindo o máximo e o mínimo nos mesmos concelhos da análise para menos de 50 Km. A velocidade média de deslocação é de 61,5 Km/h, com um máximo de 69,9 Km/h para o concelho de Espinho e um mínimo de 32,7 Km/h para o concelho de Viana do Castelo.

6.2.8 Resumo dos valores indicativos para cada porto, sem concorrência

Constata-se que o valor médio de deslocação para o porto da Figueira da Foz (180,33 €) é o mais baixo entre os 7 portos, com o valor mais elevado registado no porto de Sines (302,62 €). Em parte, a diferença dos custos médios fica-se a dever à centralidade / excentricidade de cada porto em relação à forma geométrica de Portugal Continental. A outra parte da explicação advém do número de concelhos existente em cada região do país, sendo que de norte para sul o número diminui (e, em termos médios, aumenta a área de cada concelho).

No custo médio por quilómetro, o destaque pela negativa é para os portos de Lisboa (1,05 €) e de Viana do Castelo (1,03 €). O porto com o valor mais baixo é o de Sines, com 1,00 €.

Em termos de velocidade média de deslocação o porto para o qual se regista o maior valor é Leixões, com 71,7 Km/h, seguido de Aveiro com 70,6 Km/h. O menor valor é registado para o porto de Viana do Castelo, com 69,7 Km/h, seguido de Sines, com 70,0 km/h.

Na análise para concelhos a menos de 50 Km dos portos, destaca-se o baixíssimo valor registado para o número de concelhos, em relação ao porto de Sines (3), reflexo da área dos concelhos no Alentejo e rede de estradas existente. No outro extremo, o porto de Leixões tem 22 concelhos a menos de 50 Km. Os custos médios de deslocação são muito baixos para o porto de Sines (21,69 €) e acima da média para o porto de Viana do Castelo (38,8 €), refletindo neste caso a deficiência da rede viária / orografia difícil dos concelhos mais próximos. Ao nível dos custos médios por quilómetro, destaque pela negativa para os valores registados para o porto de Lisboa (1,16 €), Viana do Castelo (1,07 €) e Setúbal (1,07 €). As velocidades médias registadas, para concelhos a menos de 50 Km, são inferiores para todos os portos aos valores registados para a análise para o total de concelhos nacional. Destaque pela negativa para o valor registado para o porto de Viana do Castelo (56,5 Km/h), muito abaixo do registado para os outros portos. O porto de Setúbal também apresenta um valor baixo, de 61,8 Km/h.

Efetuada a análise para os concelhos a menos de 100 Km do porto de Sines, o mesmo é de apenas 12, muito abaixo dos restantes portos. Os portos de Lisboa (1,10 €), Viana do Castelo (1,06 €) e Setúbal (1,05 €) continuam bastante acima dos valores médios do custo por quilómetro dos outros portos. Os valores mínimos registam-se para os portos de Figueira da Foz e de Sines, com 1,00 €. No comparativo da velocidade média, o porto de Viana do Castelo volta a destacar-se pela negativa, com um valor de 61,5 Km/h. O porto de Figueira da Foz apresenta o valor médio de deslocação mais elevado (71,24€), com os portos de Lisboa e Sines no extremo oposto, com valores de 57 €. O porto de Leixões, com o número de 62 concelhos a menos de 100 Km, tem um valor médio de deslocação de 61,38 €.

6.3 Análise do potencial *hinterland* de todos os portos, em concorrência, baseado em custos internos

Com base em custos internos, com a identificação do potencial *hinterland* de cada porto em concorrência e os concelhos que os integram, constata-se que é o porto de Leixões que tem o maior número de concelhos, 67, seguido da Figueira da Foz com 57. Segue-se Aveiro com 45, Sines com 34, Setúbal com 33, Lisboa com 27 e, finalmente, Viana do Castelo com 15 (gráfico 17 e mapa 25).

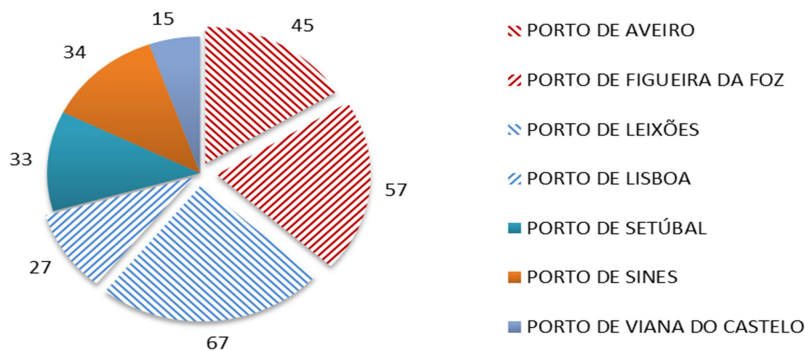


Gráfico 17: Número de concelhos presentes no potencial *hinterland* de cada porto, em concorrência, para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Se a análise for efetuada com os portos de Leixões + Viana do Castelo e Aveiro + Figueira da Foz, em primeiro lugar fica Aveiro + Figueira da Foz com 102 concelhos, seguido de Leixões + Viana do Castelo com 94 concelhos.

Em termos de área em Km² (gráfico 18), Figueira da Foz apresenta 22,3% da área, com 19.843 Km², seguido de Leixões, com 19,1%, ou seja, 17.062 Km² e Sines com 18,7%, a que corresponde 16.698 Km². Setúbal tem 15,7% da área de Portugal Continental, com 13.980 Km², seguido de Aveiro e Lisboa, com 12,7% e 7,8%, respetivamente, a que corresponde 11.325 Km² e 6.964 Km². Por último, o porto de Viana do Castelo tem apenas 3,6% da área, correspondendo-lhe 3.227 Km².

Quando a análise é efetuada com a parceria entre Aveiro e Figueira da Foz / Leixões e Viana do Castelo, os conjuntos ficam com 35,0% e 22,8% respetivamente, a que corresponde 31.168 Km² e 20.289 Km². No mapa 25 é apresentado os potenciais *hinterlands* dos 7 portos, em concorrência, e no mapa 26 os potenciais *hinterlands* considerando a parceria entre Aveiro e Figueira da Foz / Leixões e Viana do Castelo.

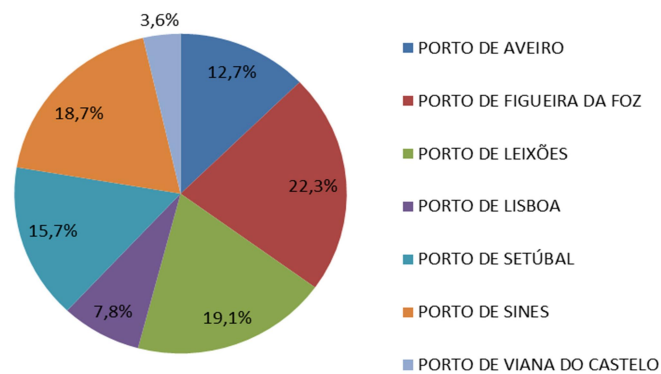


Gráfico 18: Percentagem da área de Portugal Continental de cada potencial *hinterland* dos 7 portos, em concorrência, para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Numa análise dos dados de importações e exportações relativos ao ano de 2013 (Pordata – www.pordata.pt), com referência a valores em milhares de euros e tendo sido indicada como premissa do modelo a não relevância do sentido de deslocação (do concelho para o porto ou do porto para o concelho), o porto de Lisboa aparece destacado, com 45,2% do total nacional, com 45 mil milhões de euros. Segue-se o porto de Leixões com 24,9%, a que corresponde 25 mil milhões de euros. Os outros 5 portos, em conjunto, detêm os restantes 29,9%, com destaque pela negativa para o Porto de Sines, com apenas 2,0%. As percentagens relativas de cada potencial *hinterland* são apresentadas no gráfico 19.

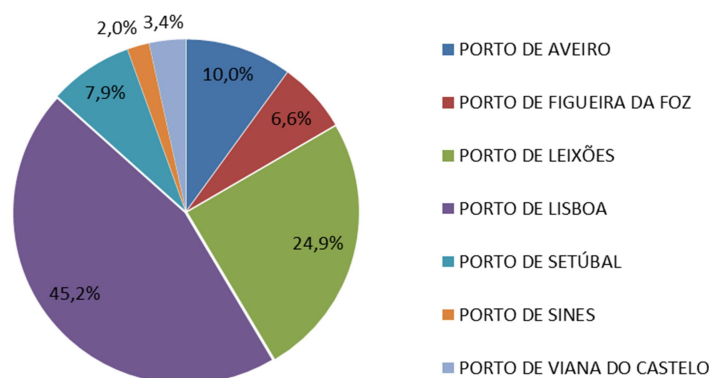


Gráfico 19: Percentagem do total das importações e exportações para o ano de 2013 de cada potencial *hinterland* dos portos em concorrência, com divisão dos concelhos por potencial *hinterland* medido para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Na análise de conjuntos de portos (Aveiro + Figueira da Foz e Leixões + Viana do Castelo), têm respetivamente 16,6% e 28,3% do total nacional.

Se a análise for efetuada relativamente ao Valor Acrescentado Bruto (VAB), com recurso aos dados de 2012 da Pordata, em milhares de euros, o porto de Lisboa volta a destacar-se, com 48,2% do total nacional, a que corresponde 35 milhões. Em segundo lugar, surge o porto de Leixões, com 24,4%, correspondendo a 18 milhões. Os restantes 5 portos detêm 27,4% conjuntamente, com destaque para o valor mais pequeno (apenas 3,0%) do porto de Viana do Castelo e dos 9,2% do porto da Figueira da Foz. As percentagens relativas de cada potencial *hinterland* são apresentadas no gráfico 20.

Na análise de conjuntos de portos (Aveiro + Figueira da Foz e Leixões + Viana do Castelo), verifica-se que representam respetivamente 15,9% e 27,4% do total nacional.

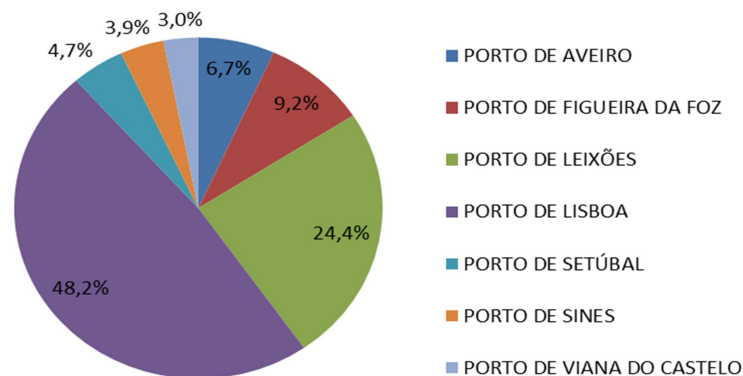


Gráfico 20: Percentagem do total do VAB para o ano de 2013 de cada *hinterland*, com divisão dos concelhos por potencial *hinterland* dos portos em concorrência, medido para os custos internos de um TRC a deslocar-se do concelho i para o porto j (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Das análises efetuadas, conclui-se que, apesar do número de concelhos pertencentes ao *hinterland* dos portos de Aveiro e da Figueira da Foz e da área dos mesmos, os valores associados às importações e exportações e ao VAB são bastante mais pequenos e com pouca expressão no total nacional.

Na tabela seguinte apresenta-se o resumo dos valores de importações e exportação, VAB e Área relativo a cada potencial *hinterland* dos 7 portos.

	Importações+ Exportações		Valor Acrescentado Bruto		Área	
	Milhares Euros	%	Milhares Euros	%	Kms2	%
PORTO DE AVEIRO	9848420	10,0%	4945798	6,7%	11325	12,7%
PORTO DE FIGUEIRA DA FOZ	6528713	6,6%	6733087	9,2%	19843	22,3%
PORTO DE LEIXÕES	24529670	24,9%	17950364	24,4%	17062	19,1%
PORTO DE LISBOA	44534685	45,2%	35447662	48,2%	6964	7,8%
PORTO DE SETÚBAL	7769281	7,9%	3424224	4,7%	13980	15,7%
PORTO DE SINES	2018988	2,0%	2836715	3,9%	16698	18,7%
PORTO DE VIANA DO CASTELO	3381430	3,4%	2235912	3,0%	3227	3,6%
TOTAL	98611188		73573762		89099	

Tabela 27: Indicadores de importações + exportações, VAB e área em Km2, para o total dos concelhos pertencentes ao potencial *hinterland* de cada porto em concorrência, definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos.

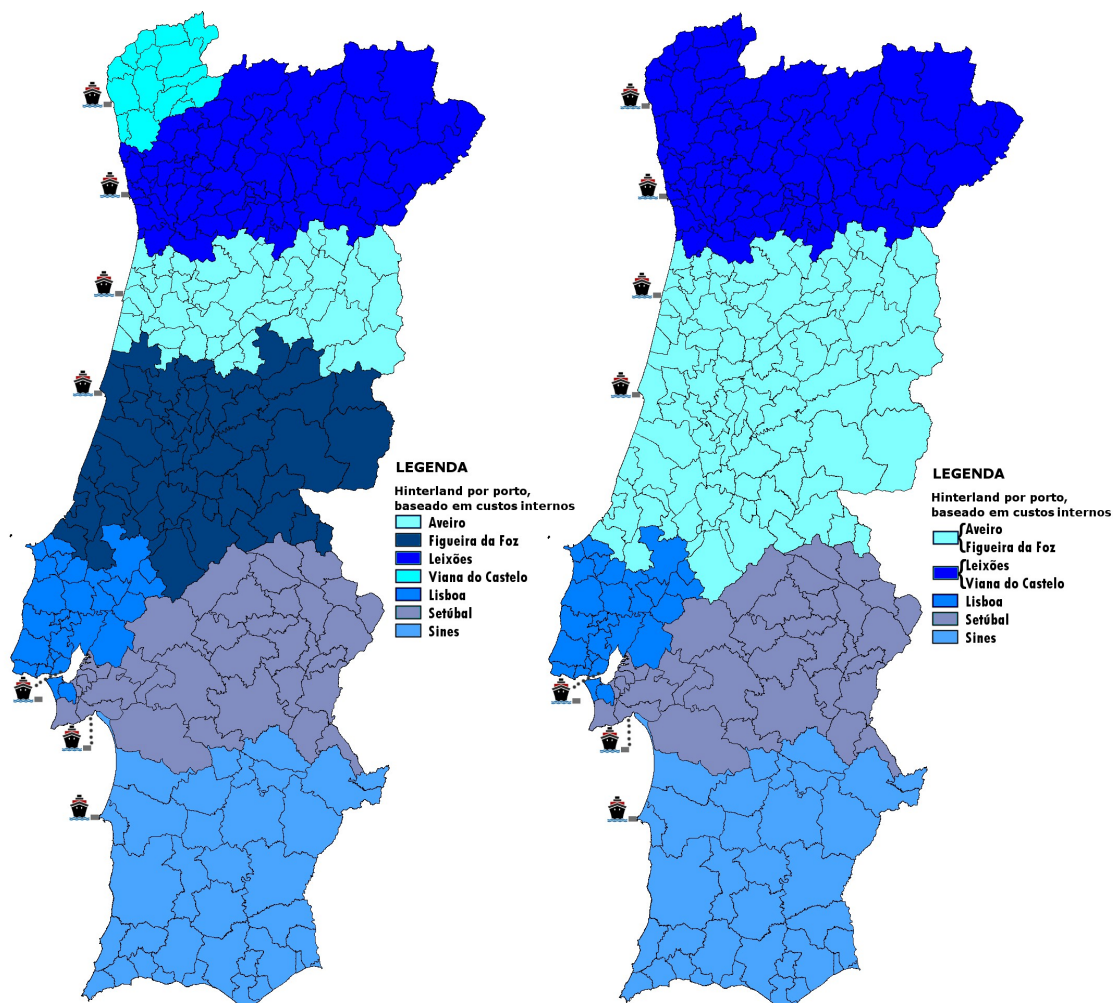
Fazendo o rácio dos valores (tabela 28) das importações + exportações e do VAB pela área de cada *hinterland*, conclui-se que o porto de Lisboa apresenta um valor de 6395 milhares de euros por Km2, seguido de Leixões, com 1438 milhares de euros por Km2 e Viana do Castelo, com 1048 milhares de euros por Km2. Com os valores mais reduzidos, surge o porto de Sines, com 121 milhares de euros por Km2. Se a análise for efetuada por VAB por Km2, os valores são, logicamente, diferentes, mas a hierarquia relativa dos portos mantém-se.

	Rácio Importações+ Exportações (M€) / Área (Km2)	Rácio Valor Acrescentado Bruto (M€) / Área (Km2)
PORTO DE AVEIRO	870	437
PORTO DE FIGUEIRA DA FOZ	329	339
PORTO DE LEIXÕES	1438	1052
PORTO DE LISBOA	6395	5090
PORTO DE SETÚBAL	556	245
PORTO DE SINES	121	170
PORTO DE VIANA DO CASTELO	1048	693

Tabela 28: Rácio do valor das importações+exportações e do VAB pela área do potencial *hinterland* de cada porto, em concorrência (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Analisando a divisão dos *hinterlands* e respetivas linhas de fronteira (com base nos mapas 27 e 28), à exceção de Viana com Leixões e de Lisboa com os portos vizinhos, as fronteiras são representadas por linhas que se assemelham a perpendiculares à linha do litoral, notando-se, por vezes, no recorte de cada *hinterlands* a influência da existência de algumas vias. A rede de estradas também explica o enviesamento da linha de fronteira do *hinterland* de Leixões e de Viana do Castelo, em que os valores dos concelhos ao longo da fronteira são muito próximos uns dos outros, iniciando-se o

hinterland do porto de Viana do Castelo em Esposende (26 €) e estendendo-se até Terras do Bouro (68 €). Do lado de Leixões, inicia na Póvoa de Varzim (31 €) e acaba em Vieira do Minho (83 €). O concelho de Montalegre, no *hinterland* do porto de Leixões, regista um valor de 148 €, com uma diferença de 65 € para Vieira do Minho, devido à falta de ligações em autoestrada, I.P. ou I.C., sendo a via de ligação ao litoral efetuada pela A24 / A4 ou pela E.N. 103 até Braga e daí pelas vias rápidas existentes.



Mapa 25: (esquerda) Potenciais *hinterlands* dos portos portugueses em concorrência, com base no custo interno de deslocação de um TRC, a partir de cada concelho (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).

Mapa 26: (direita) Potenciais *hinterlands* dos portos portugueses em concorrência, com base no custo interno de deslocação de um TRC, a partir de cada concelho e considerando a união dos portos de Viana do Castelo e de Leixões, e de Aveiro e Figueira da Foz (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).

Os concelhos de fronteira entre os portos de Leixões e de Aveiro, junto ao litoral, consistem nos seguintes: (do lado de Leixões) Espinho + Santa Maria da Feira + São João da Madeira + Arouca; (do lado de Aveiro) Ovar + Oliveira de Azeméis + Vale de Cambra. A linha de fronteira dos dois *hinterlands* é perpendicular à linha do litoral, seguindo assim até à fronteira com Espanha, com uma ou outra inflexão. Os concelhos junto à raia que fazem fronteira entre os dois *hinterlands* são o de Freixo-de-Espada-à-Cinta (233 €) e Figueira de Castelo Rodrigo (214 €).

A linha de fronteira entre o *hinterland* dos portos de Aveiro e da Figueira da Foz é também uma perpendicular à linha do litoral, que inicia com os concelhos de Mira, Vagos e Anadia, a norte, e o concelho de Cantanhede, a sul. A linha de fronteira sofre uma inflexão para norte nos concelhos a sudeste de Viseu (junto à Serra da Estrela), o que pode ser explicado pelo efeito de atravessamento desta região do IP3, que se cruza com a A1 a norte de Coimbra, muito perto do entroncamento da A1 com a A14, que por sua vez faz a ligação entre o concelho de Coimbra e Figueira da Foz. A fronteira junto à raia situa-se nos concelhos de Sabugal (201 €), a norte, e Penamacor (216 €), a sul.

A linha de fronteira entre o *hinterland* dos portos da Figueira da Foz e de Lisboa começa a norte com o concelho de Caldas da Rainha e a sul com Óbidos, Bombarral e Cadaval e acaba no concelho da Chamusca, a fazer fronteira com Almeirim e Alpiarça (que integram o *hinterland* do porto de Lisboa). Entre Chamusca e Coruche tem início a linha de fronteira entre o *hinterland* do porto da Figueira da Foz e de Setúbal, que vai até à raia, acabando entre Marvão (*hinterland* do porto da Figueira da Foz) e Portalegre (*hinterland* do porto de Setúbal). Observa-se que o *hinterland* do porto de Lisboa não tem penetração até à zona da raia, só sendo competitivo até aos concelhos da zona ribatejana, não passando em direção a este, para lá de Alpiarça e Almeirim. O concelho com o valor mais elevado, que pertence ao *hinterland* do porto de Lisboa, é Alpiarça, com 102 €. Nos outros portos, o valor do ‘último’ concelho é bastante mais elevado, como se verifica com Figueira de Castelo Rodrigo, com 214 € (*hinterland* do porto de Aveiro), Penamacor, com 216 € (*hinterland* do porto da Figueira da Foz), Miranda do Douro, com 263 € (*hinterland* do porto de Leixões), Campo Maior, com 195 € (*hinterland* do porto de Setúbal) e Vila Real de Santo António, com 195 € (*hinterland* do porto de Sines). O *hinterland* do porto de Viana do Castelo tem exatamente o mesmo problema de penetração para o interior verificado no *hinterland* do porto de Lisboa,

sendo o concelho mais a este o de Terras do Bouro com 68 €, embora o concelho com o maior valor pertencente a este *hinterland* seja o de Melgaço com 97 €. No caso do porto de Lisboa, a falta de competitividade para o interior do país leva a que a fronteira a partir de Coruche / Chamusca seja entre dois portos que não são contíguos no litoral (Figueira da Foz e Setúbal), verificando-se ser este o único caso em que tal acontece.

O gráfico 21 resume os valores de máximo e de média verificados para cada *hinterland*, entre os concelhos que ao mesmo pertencem. O valor máximo e a própria amplitude do intervalo entre o valor máximo e a média são relevantes, no sentido em que constituem indicadores do tamanho de cada *hinterland*. Atendendo à geografia e geomorfologia do território de Portugal, a sua linha de costa e posicionamento dos portos, estes indicadores mostram relativamente à rede de estradas, a capacidade de penetração para o interior do país.

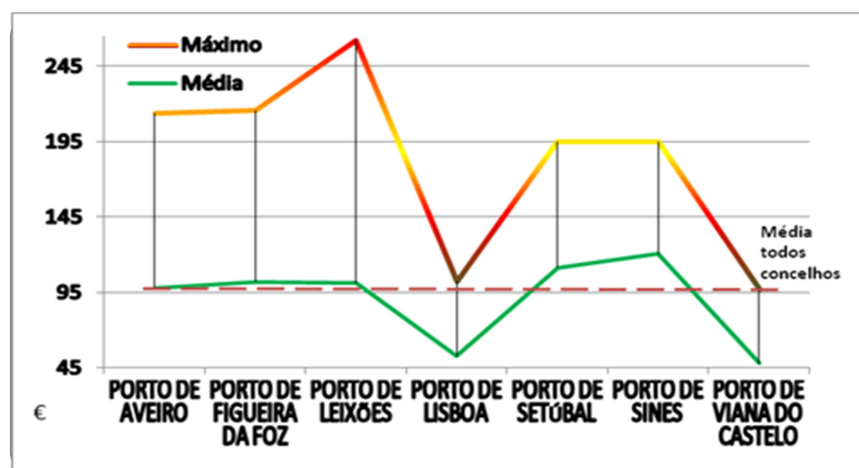


Gráfico 21: Valores máximo, mínimo e médio do custo interno de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial *hinterland*, em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho *i* e um dos 7 portos).

Os valores médios bastante baixos, observáveis no caso dos *hinterlands* dos portos de Lisboa e de Viana do Castelo, são também indicadores da pequena dimensão (em termos de área e número de concelhos) desses *hinterlands*. O caso dos *hinterlands* dos portos de Sines e de Setúbal, com valores de média bem acima dos registados nos *hinterlands* de Leixões, Aveiro e Figueira da Foz (e como todos tem um *hinterland* a acabar na fronteira com Espanha) indicia que as redes viárias para penetração no

território do interior são de hierarquia inferior às existentes nos *hinterlands* dos últimos referidos.

Atendendo às distâncias entre o porto e o concelho do seu *hinterland* mais a nascente e respetiva distância (pela rede de estradas), constata-se que para o porto de Leixões é o concelho de Miranda do Douro a 262,46 Km, para o porto de Aveiro é o concelho de Almeida a 198,20 Km e, por último, para o porto da Figueira da Foz é o concelho de Idanha-a-Nova a 202,70 Km. Para o porto de Setúbal é o concelho de Campo Maior a 189,4 Km e para o porto de Sines é o concelho de Barrancos a 192,2 Km, ou seja, em termos de extensão, são menores do que os outros 3 *hinterlands* referido. Não obstante, o custo interno médio é superior.

A linha de fronteira entre os *hinterlands* de Lisboa e de Setúbal tem início na Península de Setúbal, com dois concelhos da margem sul a pertencerem ao *hinterland* do porto de Lisboa (Almada e Seixal). Continua na margem direita do rio com Benavente, Salvaterra de Magos e Almeirim, onde termina fazendo fronteira com o concelho de Coruche, pertencente ao *hinterland* do porto de Setúbal.

A linha de fronteira entre os *hinterlands* dos portos de Setúbal e de Sines começa nos concelhos de Grândola e Alcácer do Sal e prolonga-se numa linha perpendicular à linha do litoral, que acaba entre Mourão e Barrancos.

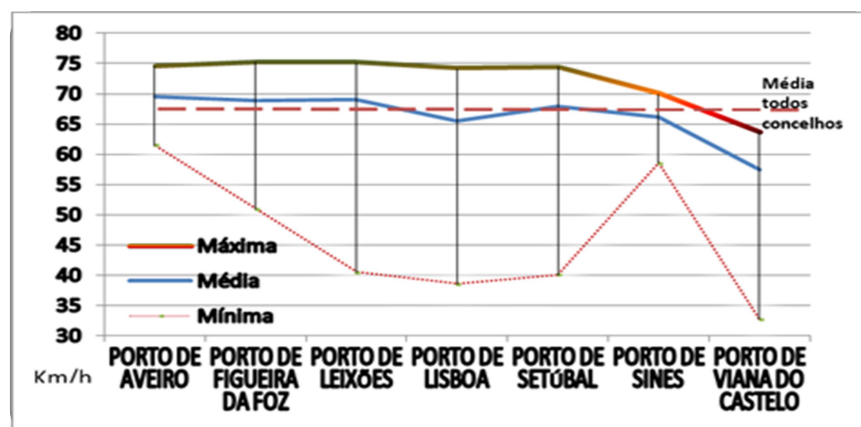


Gráfico 22: Valores máximos, mínimos e médios da velocidade de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial *hinterland*, em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e um dos 7 portos).

Analisando alguns parâmetros básicos de cada *hinterland*, de acordo com os concelhos que a eles pertencem, conclui-se que, nos *hinterlands* dos portos de Sines e de Viana do Castelo, a velocidade máxima (para o concelho com a velocidade máxima registada por *hinterland* de cada porto) se situa abaixo da dos restantes *hinterlands* (gráfico 22). É igualmente observável, nos *hinterlands* destes dois portos e no de Lisboa, que a velocidade média fica abaixo da média de todos os concelhos, revelando que a rede viária em termos das vias mais rápidas (autoestradas, itinerários principais e complementares) fica aquém do verificado nos restantes *hinterlands*. A velocidade mínima não se trata de um dado relevante, já que está frequentemente relacionada com a proximidade da sede do concelho ao concelho onde se localiza o porto e as vias de acesso.

Em termos de custo por quilómetro (gráfico 23), o valor máximo não é relevante, pelo mesmo motivo já indicado para a velocidade mínima. Contudo, considera-se relevante o valor médio, que no caso dos *hinterlands* dos portos de Lisboa e de Viana do Castelo, é superior ao da média dos concelhos, para todos os portos.

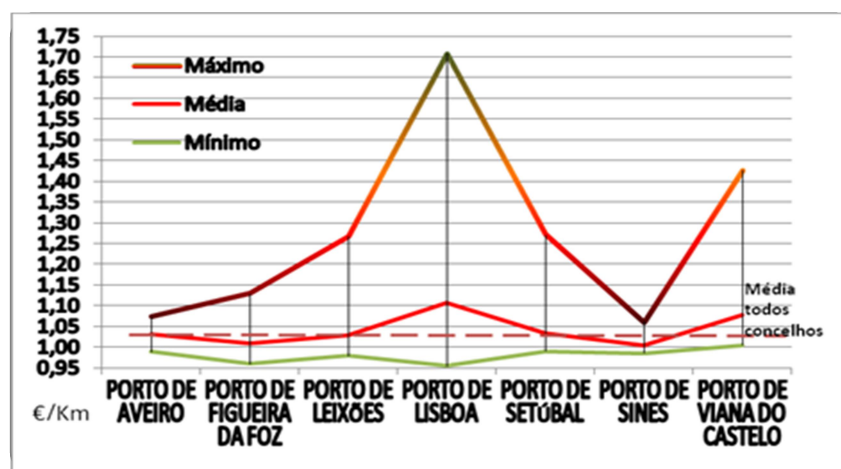
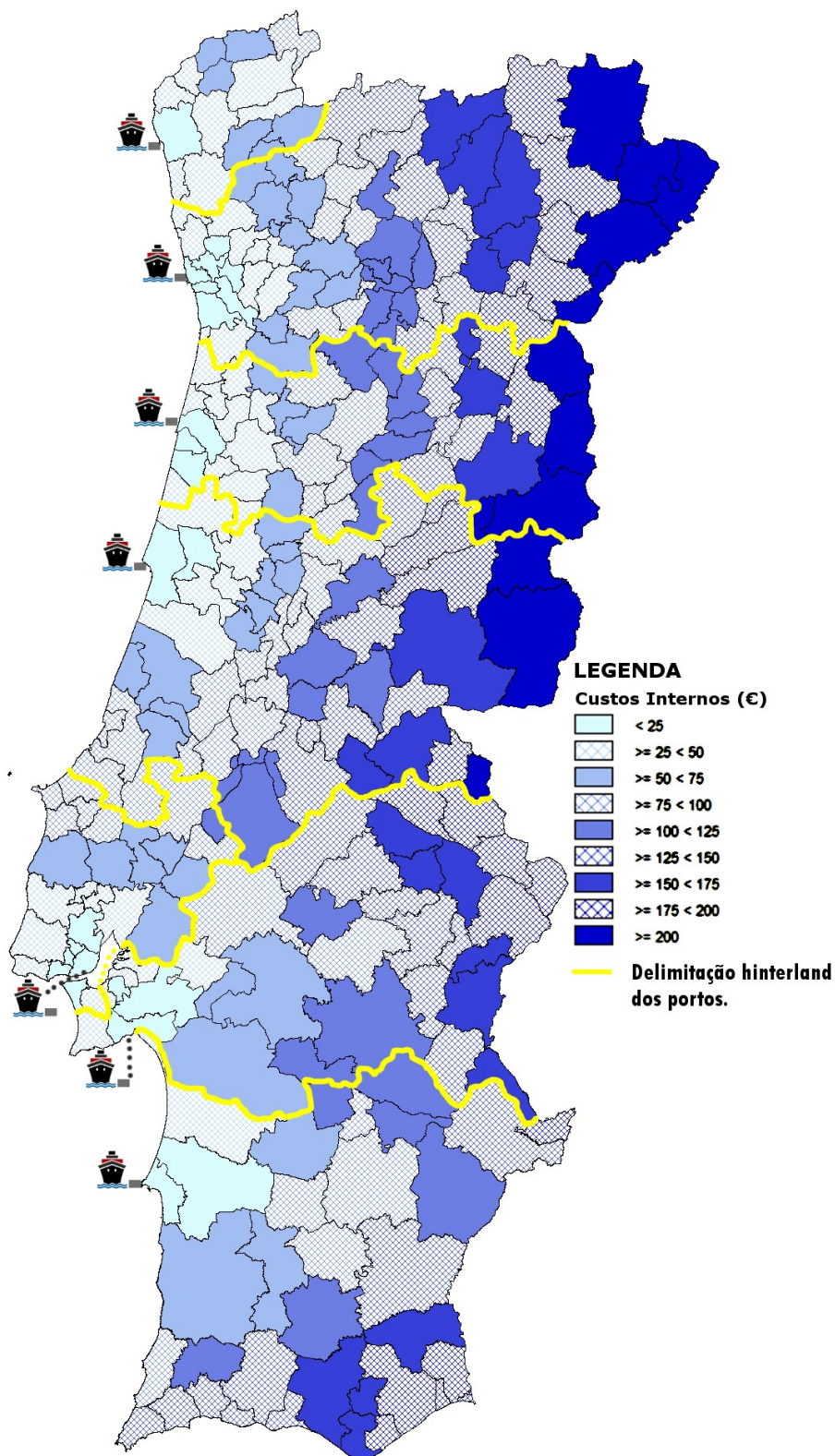
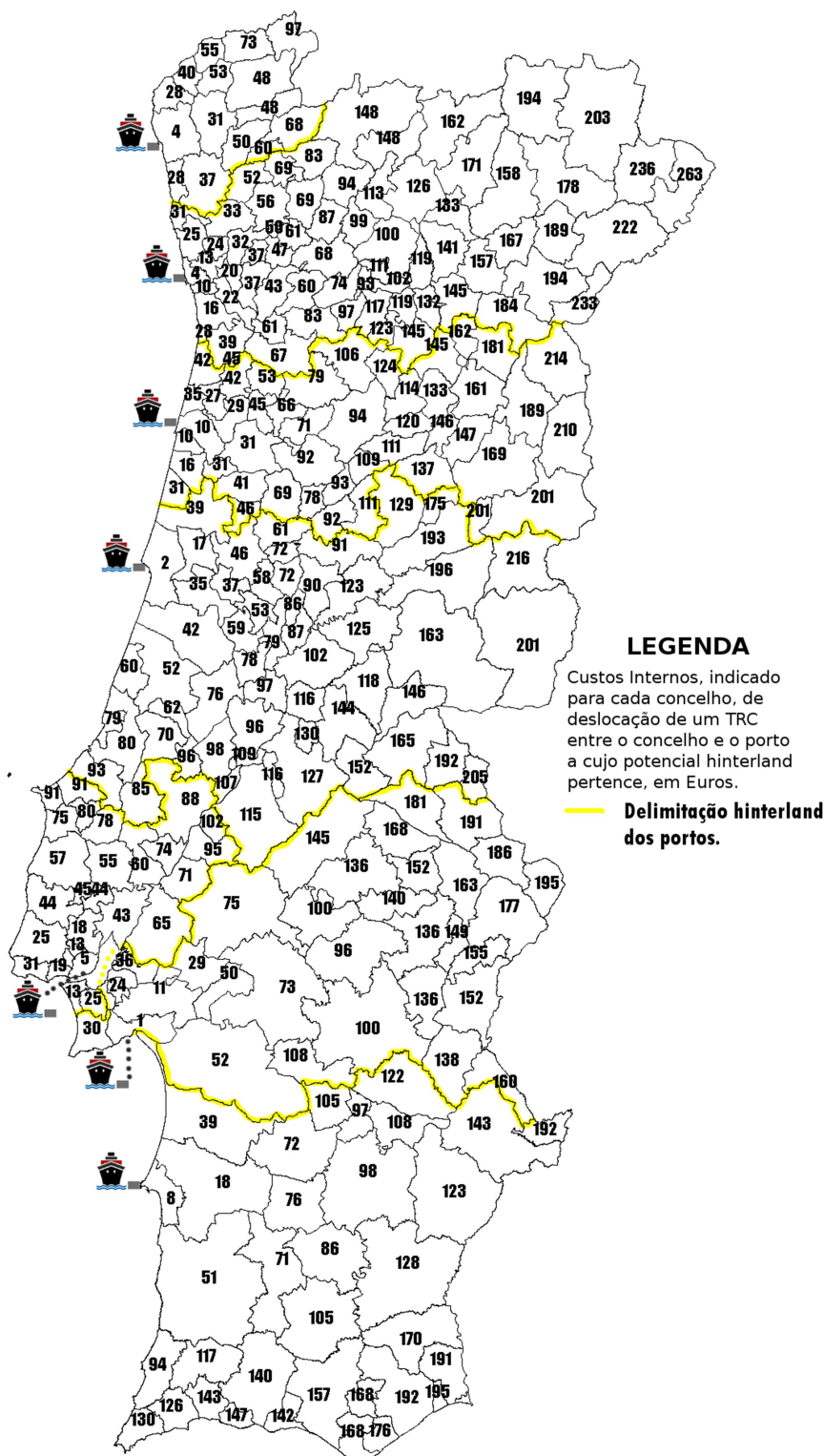


Gráfico 23: Valores máximo e médio dos custos internos de deslocação de um TRC, verificado para cada potencial *hinterland*, em concorrência, entre os concelhos que ao mesmo pertencem (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).



Mapa 27: Potenciais *hinterlands* de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho *i* e o porto *j*, a cujo potencial *hinterland* pertence).



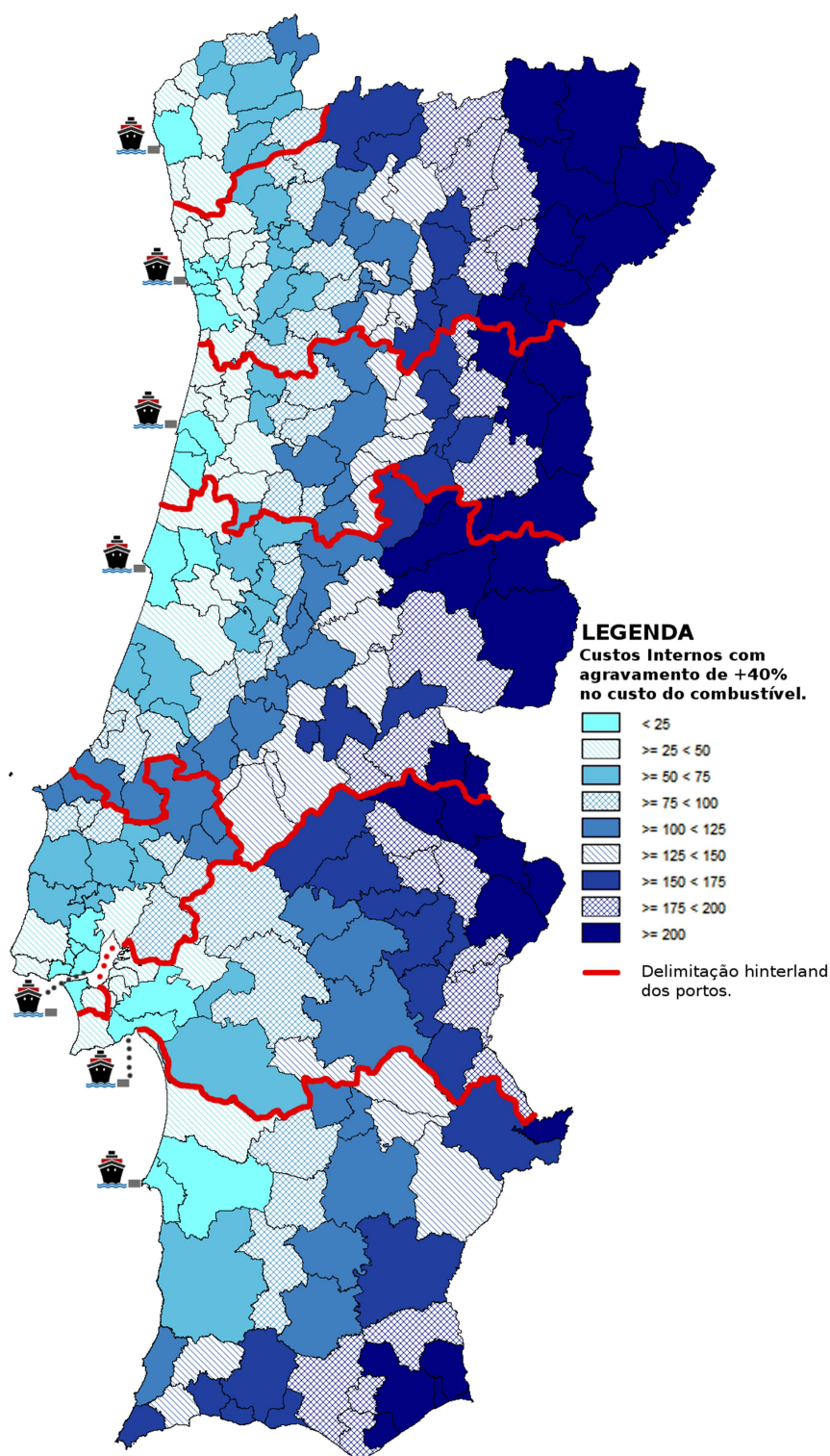
Mapa 28: Potenciais *hinterlands* de cada porto em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, com o custo respetivo de cada concelho, em euros (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).

Como o combustível é o custo mais importante entre os considerados, conforme referido em 5.4.3, é relevante analisar de que forma os *hinterlands* se comportariam com a sua variação (aumento do custo ou da quantidade consumida). Foram efetuadas simulações com incrementos de 10 pontos percentuais, entre os 10% e os 40%. Com um aumento de 10% e com os portos em concorrência, apenas os concelhos de Seia e Manteigas mudam de *hinterland*, de Aveiro para a Figueira da Foz. Este cenário mantém-se até à variação de 40%. Conclui-se, assim, que a matriz dos mínimos das rotas para cada par O/D mantém-se estável, com a variação do valor do custo, à proporção do aumento do combustível.

Em termos médios, já referido em 5.4.3, em média, cada aumento de 10% no combustível (custo ou quantidade) leva a um incremento de 4,1% no custo total interno. Desta forma, para um aumento de 40% no custo do combustível, os custos internos sobem 16,4% (em média, considerando o concelho por *hinterland* a que pertence). Para a análise gráfica e estudo da variação dos valores, foi usado como referência o aumento de 40%, dado ficarem assim mais evidentes as diferenças de comportamento entre cada par O/D.

No mapa 29 são apresentados os Potenciais *hinterlands* de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros, com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho *i* e o porto *j*, a cujo potencial *hinterland* pertence). A legenda usada é idêntica à do mapa 27, permitindo visualizar a deslocação das categorias de custo do interior para o litoral e a pequena alteração no *hinterland* do porto da Figueira da Foz. A mancha da última categoria de custo (superior a 200 Euros) cresce bastante nos concelhos do interior mais junto à fronteira com Espanha, como seria de esperar, quando os custos médios sobem 16,4%.

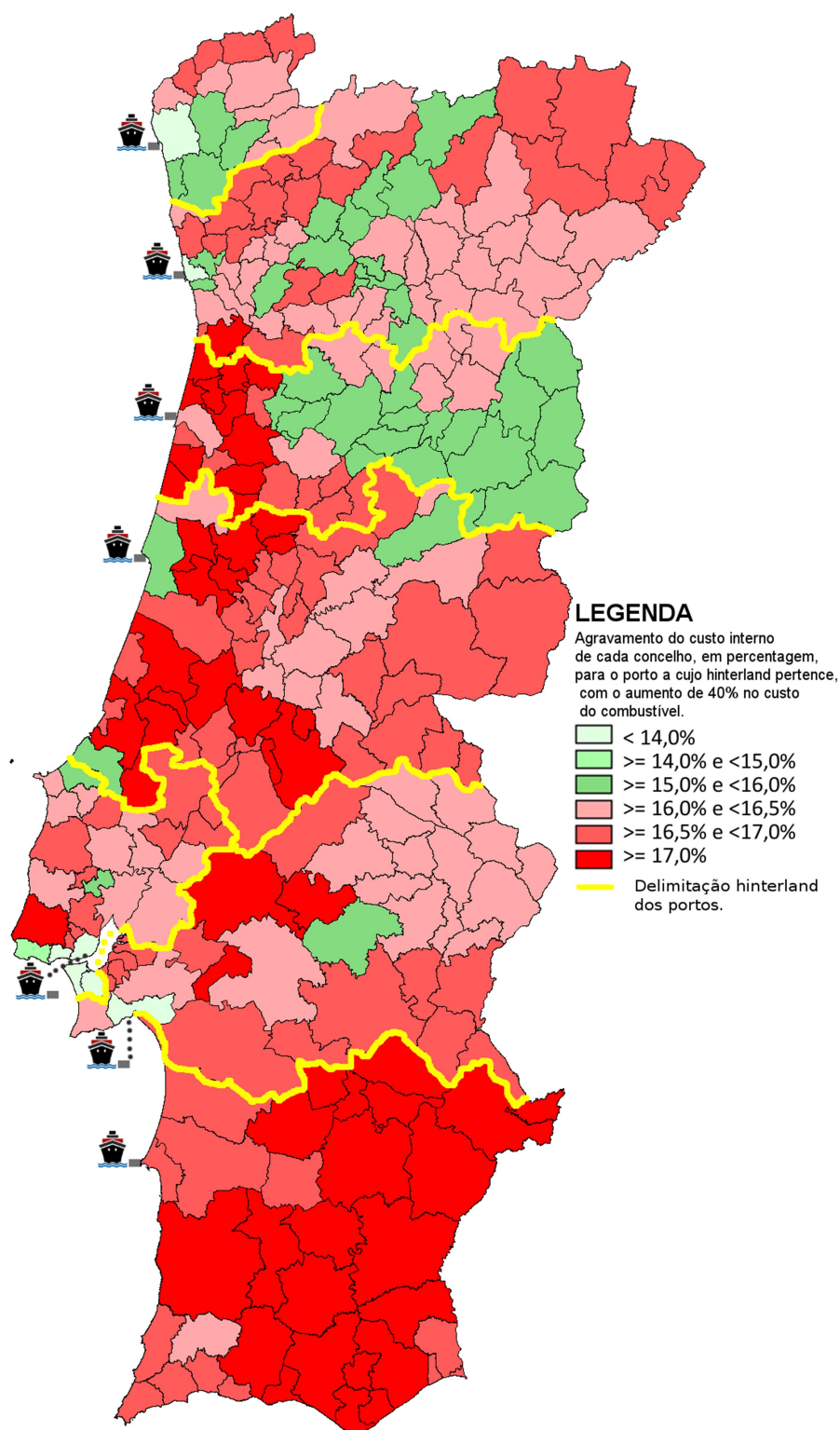
Por porto, para um aumento de 40%, e considerando a média de todos os pares O/D, há um incremento de 16,6% nos custos internos para os portos de Leixões, Lisboa e Viana do Castelo. O aumento é de 16,7% para o porto de Aveiro, 16,8% para o porto da Figueira da Foz e o valor máximo de 16,9% regista-se nos portos de Sines e de Setúbal.



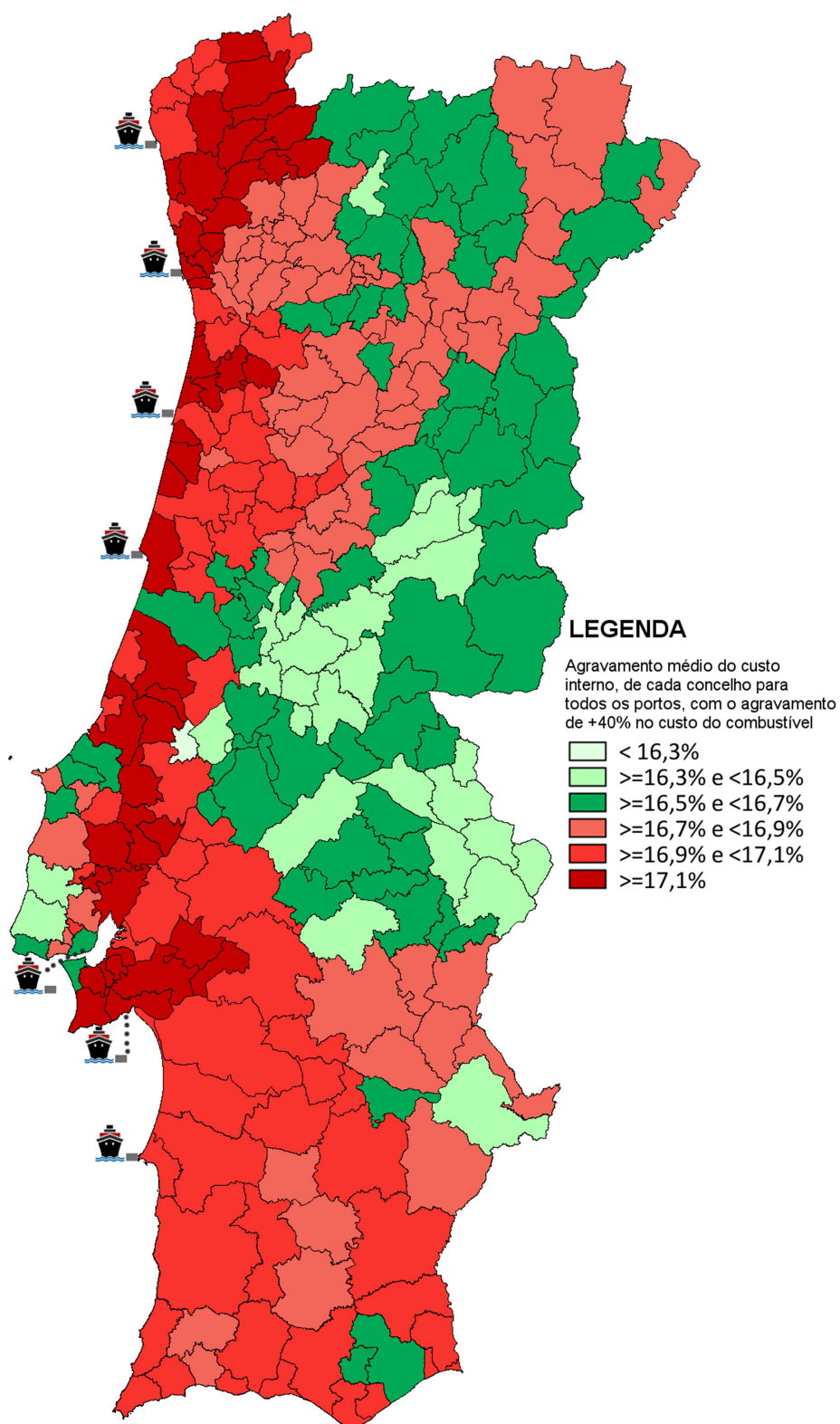
Mapa 29: Potenciais *hinterlands* de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros, com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).

Quando é comparada a variação do custo total interno, por par O/D, para o mínimo de cada concelho por *hinterland* (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho *i* e o porto *j*, a cujo potencial *hinterland* pertence), com o aumento de 40%, verifica-se que nos concelhos muito dependentes de uma dada ligação ao litoral (ou por falta de alternativas na rede viária) a variação de custo é maior do que nos restantes. Já nos concelhos que têm diferentes opções para estabelecer a ligação ao litoral, existe uma variação do custo menor, revelando assim que a rota seguida será diferente da usada no cenário, sem agravamento do custo do combustível (Mapa 30). No mapa, é possível constatar a variação, em percentagem, por zonas, revelando comportamentos grupais, como se verifica nos concelhos em torno da A25 e os que usam a A24 + A4 (eixo Chaves – Vila Real) para se ligarem ao litoral, com uma variação abaixo dos restantes concelhos do país. Uma explicação possível é a diluição dos custos das portagens destas vias no custo total, compensando os restantes custos associados à viagem (diretamente dependentes do tempo de duração da mesma).

No mapa 31, apresenta-se o agravamento em percentagem do custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis (matriz de todos os pares O/D), com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumido. O valor mínimo de variação do custo é de 16,2% para o concelho de Alcanena e a variação maior é de 17,2% para o concelho de Vila Nova de Famalicão. A primeira constatação da análise do mapa é a diferença de comportamento entre os concelhos do interior norte e centro, com variações menores em contraponto aos do interior sul, explicável pelo facto de a rede de estradas ser mais reticulada, com mais alternativas para estabelecer a rota, quando o custo do combustível sobe bastante. Aliás, à medida que nos deslocamos do interior para o litoral, a percentagem de aumento é maior, explicável pelo facto de as distâncias entre os pares O/D serem menores e respetiva rigidez da solução da rota estabelecida.



Mapa 30: Agravamento em percentagem do custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, por potenciais *hinterlands* de cada porto, em concorrência, com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).



Mapa 31: Agravamento em percentagem do custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis (matriz de todos os pares O/D), com um incremento de 40% no custo ou na quantidade de combustível consumida.

6.4 Análise do *hinterland* de todos os portos, em concorrência, baseado em custos externos

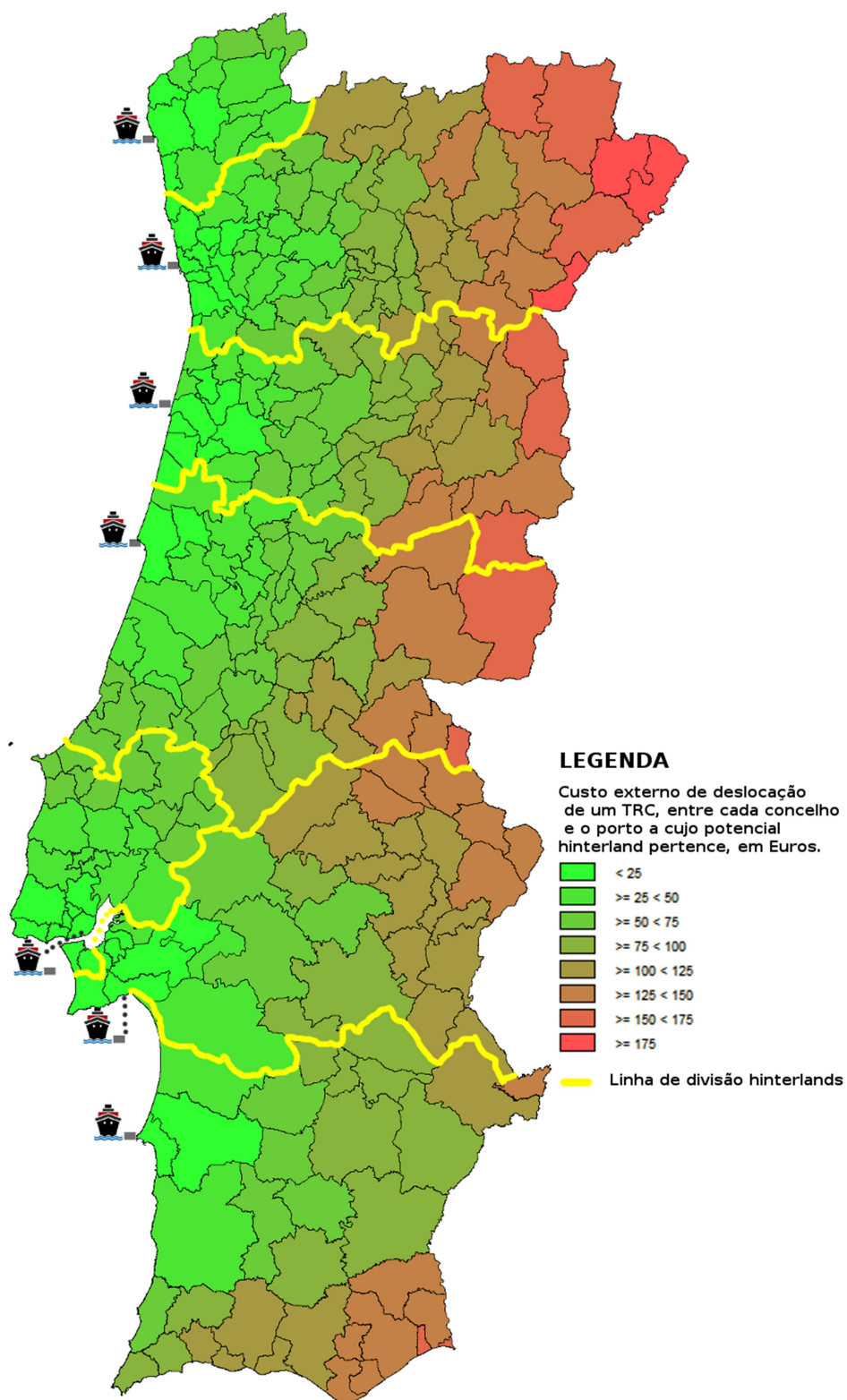
Efetuando a análise dos custos externos por valor mínimo, por concelho, independente do porto de destino / origem, os menores valores ocorrem, como será natural, no litoral atlântico, onde se situam os 7 portos usados neste estudo (ver mapa 32), havendo uma mancha que se destaca pela negativa, nesta faixa, entre a Lourinhã e Alcobaça, que se estende a partir daí para o interior, fruto da distância destes concelhos aos portos mais perto – Lisboa e Figueira da Foz.

Todo o litoral Algarvio apresenta igualmente valores mais elevados do que o restante litoral atlântico, com os valores a aumentar no sentido oeste para este, com um máximo local em Vila Real de Santo António (150,17 €).

Similarmente, todo o interior alentejano apresenta valores superiores a 75 € relativamente aos custos externos, com concelhos junto à fronteira com Espanha a registarem valores acima de 125 €. Os valores mais elevados são registados na zona da raia, com destaque para o nordeste transmontano e concelhos da Beira Interior, onde são assinalados valores superiores a 150 €, com os máximos (superiores a 175 €) nos concelhos de Vimioso, Miranda do Douro e Freixo de Espada-à-Cinta.

O valor médio dos custos externos de todos os concelhos, para qualquer porto, em concorrência, utilizando o valor mínimo, é de 72,64 €. Quando comparado com a média dos custos internos obtido da mesma forma (82,17 €), o mesmo representa 88% do custo interno.

Quando a análise é realizada por porto, o valor médio mais baixo é registado para o porto da Figueira da Foz (137,23 €), seguido do de Aveiro, com 146,97 € e Leixões, com 165,49 €. Lisboa tem um valor de 177,92 € e Setúbal de 186,12 €. Viana do Castelo, apesar da sua distância ao centróide de Portugal, tem um valor de 204,51 €, inferior ao de Sines, que apresenta um valor de 231,74 €.



Mapa 32: Custo externo de deslocação de um TRC, entre cada concelho e o porto a cujo potencial *hinterland* pertence, em euros, com os portos em concorrência.

6.5 Análise do *hinterland* de todos os portos, em concorrência, baseado em custos internos + externos

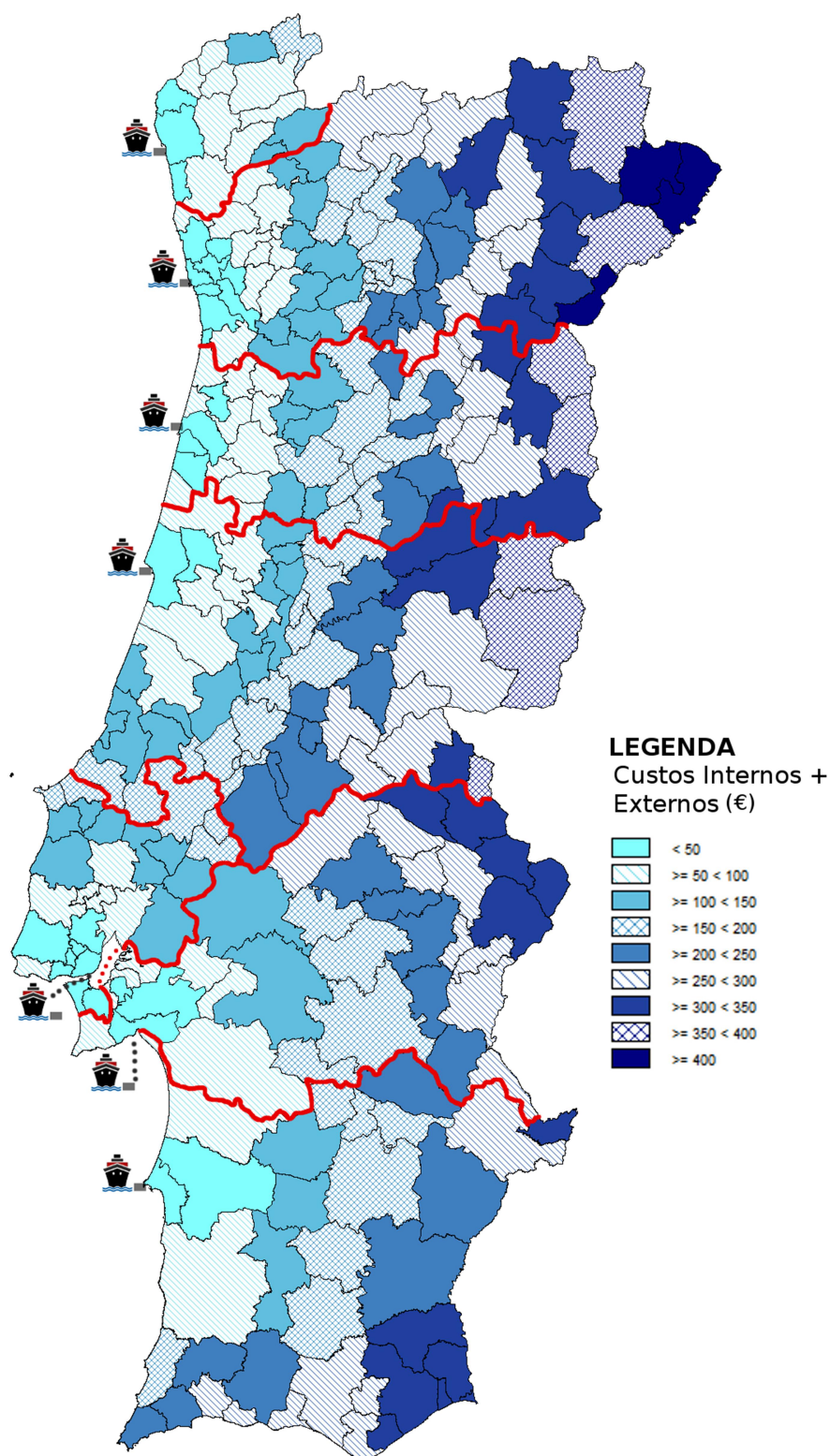
Efetuando a análise dos custos internos + externos por valor mínimo, por concelho, independente do porto de destino / origem, os menores valores ocorrem, sem surpresas, no litoral atlântico, onde se situam os 7 portos usados neste estudo (ver mapa 33), conforme já referido para os custos internos e externos, de forma isolada. Verifica-se, de igual forma, a existência de uma mancha que se destaca pela negativa, nesta faixa, entre Peniche e Caldas da Rainha, que se estende a partir daí para o interior, fruto da distância destes concelhos aos portos mais perto – Lisboa e Figueira da Foz.

O litoral Algarvio apresenta, igualmente, valores mais elevados do que o restante litoral atlântico, com os valores a aumentar no sentido oeste-este, com os máximos nos concelhos que fazem fronteira com Espanha - Vila Real de Santo António (345 €) e Castro Marim (318€).

Similarmente, todo o interior alentejano apresenta valores superiores a 150 € relativamente aos custos internos + externos, com concelhos junto à fronteira com Espanha a registarem valores acima de 300 €. Em todo o território continental, os valores mais elevados verificam-se na zona da raia, com destaque para o nordeste transmontano, onde são assinalados valores superiores a 400 €, nomeadamente nos concelhos de Vimioso, Miranda do Douro e Freixo de Espada-à-Cinta.

O valor médio dos custos externos de todos os concelhos, para qualquer porto, em concorrência, utilizando o valor mínimo, é de 169,66 €.

Quando a análise é realizada por porto, o valor médio mais baixo é registado para o porto da Figueira da Foz (318,47 €), seguido do de Aveiro, com 341,77 € e Leixões, com 386,20 €. Lisboa tem um valor de 418,55 € e Setúbal de 431,89 €. Viana do Castelo, apesar da sua distância ao centróide de Portugal, tem um valor de 479,10 €, inferior ao de Sines, que apresenta um valor de 535,82 €.



Mapa 33: Potenciais *hinterlands* de cada porto, em concorrência, definidos pelo custo interno+externo mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em euros (com o *hinterland* definido pelo mínimo de custo interno+externo de deslocação de um TRC entre o concelho i e o porto j, a cujo potencial *hinterland* pertence).

6.6 Análise do *hinterland* de todos os portos, em concorrência, baseada na distância dos concelhos a um porto

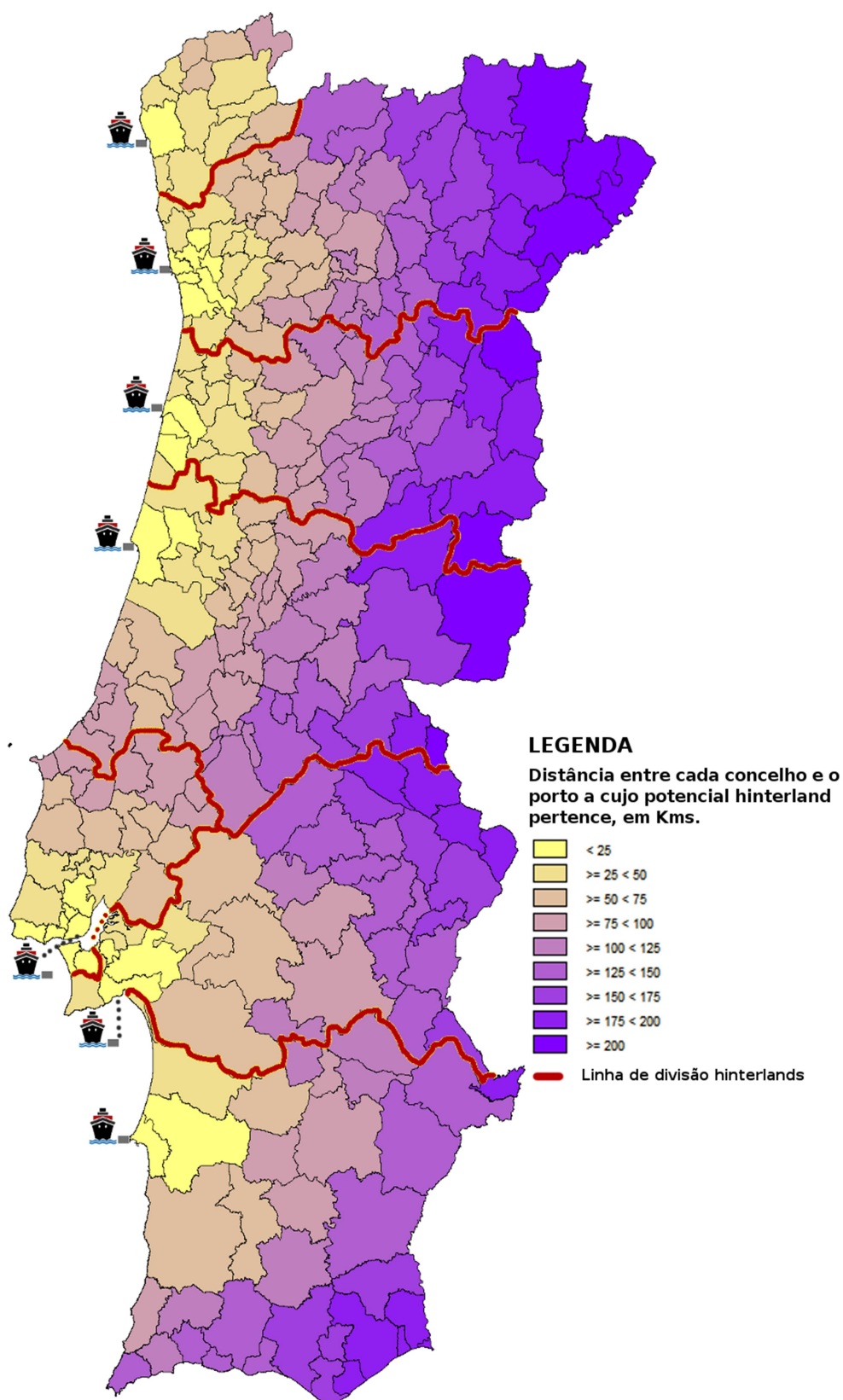
Uma análise da grandeza distância de um concelho a um porto evidencia, numa primeira análise, a maior ou menor proximidade de um dado porto, não transparecendo se essas acessibilidades são boas ou más, ou seja, se o percurso é efetuado por vias tipo autoestrada, itinerário principal ou itinerário complementar. Casos há em que a rede de estradas, existente ou não, pode explicar a maior ou menor distância a um porto.

Conforme representado no mapa 34 e como será normal, o litoral do Algarve e todo o interior de Portugal estão a mais de 100 quilómetros de um porto.

No litoral atlântico, as distâncias maiores ocorrem entre Peniche e Alcobaça, numa faixa que se estende para o interior, passando por Abrantes e Ponte de Sôr, que evidenciam uma distância a um porto superior a concelhos na mesma longitude. A distância rodoviária entre os portos considerados oscila entre os 50 Kms (porto de Lisboa ao porto de Setúbal) e os 125 Kms (porto de Setúbal ao porto de Sines), com a exceção da distância entre o porto de Lisboa e o da Figueira da Foz, que é sensivelmente de 200 Kms. Para os concelhos que ficam no meio do percurso entre os dois portos, esta distância explica os valores maiores na faixa que se inicia no litoral.

As maiores distâncias absolutas ocorrem para o Marvão, Idanha-a-Nova, Penamacor e os concelhos junto à fronteira, entre Figueira de Castelo Rodrigo e Bragança.

Por melhor que seja a rede viária e por mais estradas que se construam, a diminuição das distâncias entre dois pontos tem um limite de elasticidade curto, que será representado em condições ideais por uma linha reta. Elaborando uma análise por intervalo de valores e a posição dos concelhos relativamente à sua longitude (pressupondo que a linha de litoral seria uma reta vertical), existem concelhos que se destacam pela negativa, como é o caso, a norte, de Monção e Melgaço, Montalegre e Boticas, Valpaços; na zona centro, Chamusca e no Algarve, os concelhos de Portimão, Lagoa, Silves e Albufeira, já que a ligação ao porto mais perto – porto de Sines – carece de uma ligação rodoviária melhorada entre Sines e a A2, para sudeste. Para nordeste, a mesma existe através do IC33 que liga Sines a Grândola, entroncando aí na A2.



Mapa 34: Distância entre cada concelho e o porto a cujo potencial *hinterland* pertence, em quilómetros, com os potenciais *hinterlands* definidos em função dos custos internos de deslocação.

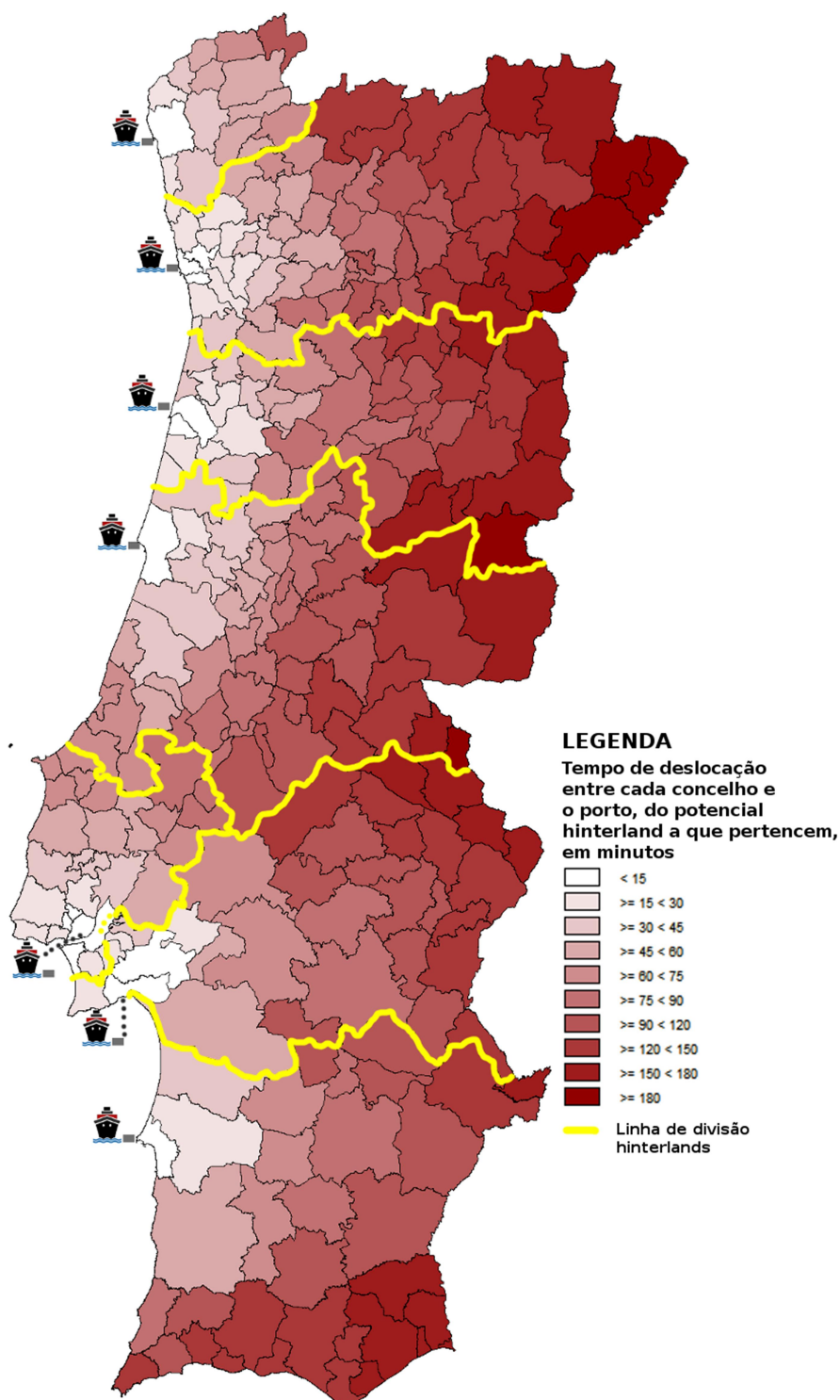
6.7 Análise do *hinterland* de todos os portos, em concorrência, com base no fator tempo de deslocação

O fator tempo de deslocação de um concelho para um porto será resultante de uma série de variáveis, entre as quais e como principais estarão a distância a percorrer, a velocidade legal das vias utilizadas para efetuar o percurso, a impedância ou índice de sinuosidade das vias (intimamente relacionado com a orografia dos territórios atravessados) e a hierarquia da rede de estradas disponíveis para efetuar o percurso, partindo do princípio que, a cada momento, o motorista saberá qual a melhor opção para o percurso. Assim, é normal que os concelhos junto ao litoral apresentem tempos de deslocação inferiores quando comparados com os concelhos do interior. Contudo, para concelhos à mesma distância de um porto e pertencentes ao mesmo *hinterland*, caso os tempos de deslocação sejam bastante diferentes, ter-se-á de procurar nas outras variáveis as razões do facto de as condições de acesso não serem iguais.

Cruzando o mapa 35 (que representa o tempo de acesso) com o mapa 36 (que representa a velocidade média de deslocação entre a sede de concelho e o *hinterland* a que pertence, por custos internos mínimos de deslocação) e ignorando o resultado dos concelhos onde se localizam os portos (que dado a proximidade e a utilização de vias urbanas com baixas velocidades legais, dão valores bastante díspares do restante território), poder-se-á retirar algumas conclusões:

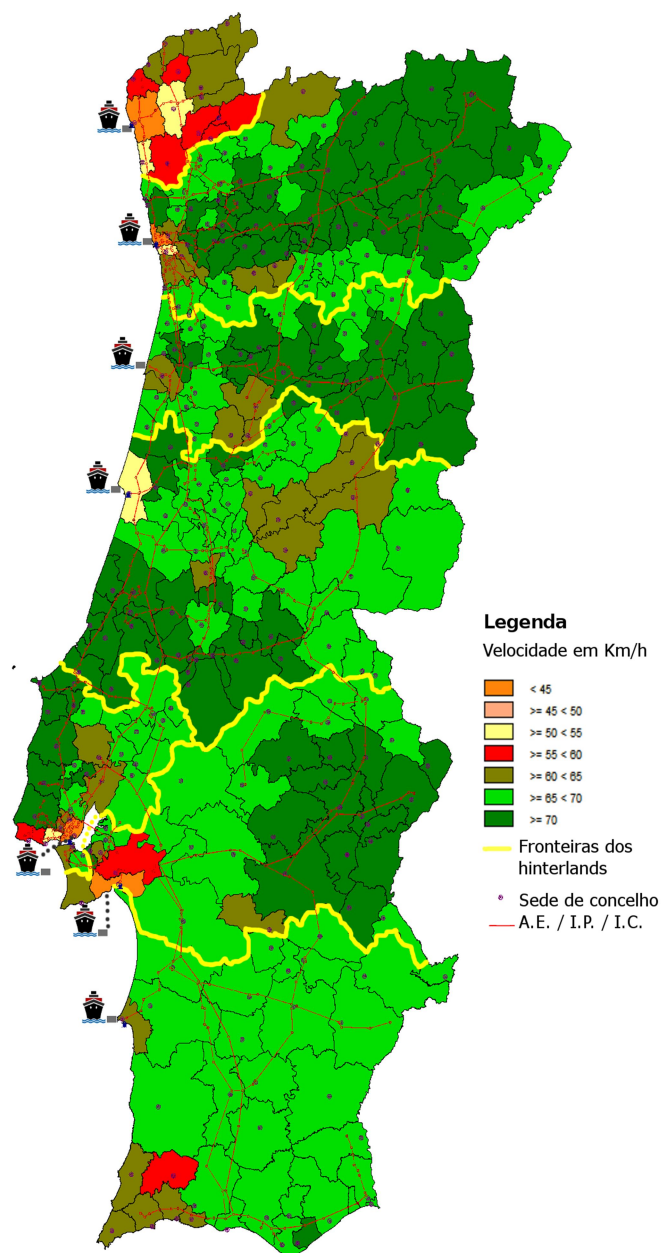
- a) Os concelhos do *hinterland* do porto de Viana do Castelo apresentam valores baixos de velocidade média, com destaque para o corredor entre Barcelos e Terras de Bouro, com velocidade média entre 55 e 60 Km/h;
- b) No *hinterland* do porto de Leixões, uma parte significativa dos concelhos apresenta uma boa velocidade média, à exceção de alguns pertencentes à AMP (Matosinhos, Porto, Maia, Gondomar e Vila Nova de Gaia), o concelho de Montalegre (devido à sua distância a uma via de hierarquia superior, que tem que ser efetuado pela E.N. 103, estrada bastante sinuosa) e, finalmente, Cinfães e Resende, que enfermam do mesmo problema que Montalegre;
- c) O *hinterland* do porto de Aveiro evidencia concelhos com uma boa velocidade média, à exceção de Aveiro e Ílhavo, pela questão relacionada com a

proximidade ao porto, assim como Santa Comba Dão, Tondela e Mortágua (com velocidades médias abaixo dos 65 Km/h);



Mapa 35: Por concelho, tempo mínimo de deslocação para um dos 7 portos, em concorrência entre si, medido em minutos.

- d) No *hinterland* do porto da Figueira da Foz, destaca-se pela negativa, para além do concelho da Figueira da Foz, o de Alvaiázere e os concelhos entre a serra da Lousã e a Serra da Estrela (Góis, Pampilhosa da Serra, Oleiros, Fundão, Covilhã e Manteigas). Os restantes concelhos apresentam todos uma velocidade média superior a 65 Km/h, notando-se, na parte sul, o efeito do atravessamento da A23 e das A17/A8 e A1;



Mapa 36: Por concelho, com os potenciais *hinterlands* de cada porto definidos pelo custo interno mínimo de deslocação de um TRC entre cada concelho e os 7 portos possíveis, em concorrência entre si, velocidades de deslocação em Km/h.

- e) O efeito da A8 nota-se igualmente nos concelhos mais litorais do *hinterland* do porto de Lisboa, à exceção do concelho de Cascais. Neste *hinterland*, tal como no de Setúbal e de Sines, volta-se a verificar baixas velocidades nos concelhos mais próximos do porto;
- f) No caso do *hinterland* de Setúbal, é notável o efeito da via A6 nos concelhos mais a este, que apresentam quase na totalidade velocidades médias de deslocação superiores a 70 Km/h;
- g) Os concelhos pertencentes ao *hinterland* do porto de Sines apresentam, quase todos, velocidades médias de deslocação superiores a 65 Km/h, com exceção de Sines e dos concelhos mais a sudoeste, com destaque para Monchique, com uma velocidade média de deslocação inferior a 60 Km/h. Aljezur, Vila do Bispo, Lagos, Portimão e Lagoa têm velocidades médias de deslocação entre os 60 e os 65 Km/h.

6.8 Alterações na rede de estradas

6.8.1 Introdução de portagens nas SCUTs

No dia 15 de Outubro de 2010, alguns troços das autoestradas integrantes das subconcessões Litoral Norte – A28 -, Grande Porto – A4 (parte), A41 e A42 - e Costa da Prata – A29, A25 (parte) e A17 - perderam o esquema vigente de utilização sem custos para os utilizadores, tendo passada a ser cobrada uma taxa por portagem ou por pórtico eletrónico (ou outras soluções de cobrança, no caso de não-residentes em Portugal). A 8 de Dezembro de 2011, o mesmo princípio foi aplicado às SCUTs do interior do país – A23, A24 e A25 – e ao Algarve – A22. A listagem de pórticos, por via, pode ser encontrada no Anexo 7.

Dado a relevância dos valores que passaram a ser cobrados por via, é pertinente o estudo das alterações que possam ter ocorrido nos *hinterlands* dos portos.

Efetuada uma simulação da rede de estradas do modelo, com e sem as portagens introduzidas nas duas datas referidas, conclui-se que a introdução das mesmas conduziu a 4 alterações nos concelhos pertencentes aos potenciais *hinterlands*, com os portos em concorrência:

. Covilhã: passa do porto de Aveiro para o porto da Figueira da Foz; o custo aumentou de 188,13 € para 193,06 €;

. Manteigas: passa do porto de Aveiro para o porto da Figueira da Foz; o custo aumentou de 167,70 € para 174,64 €;

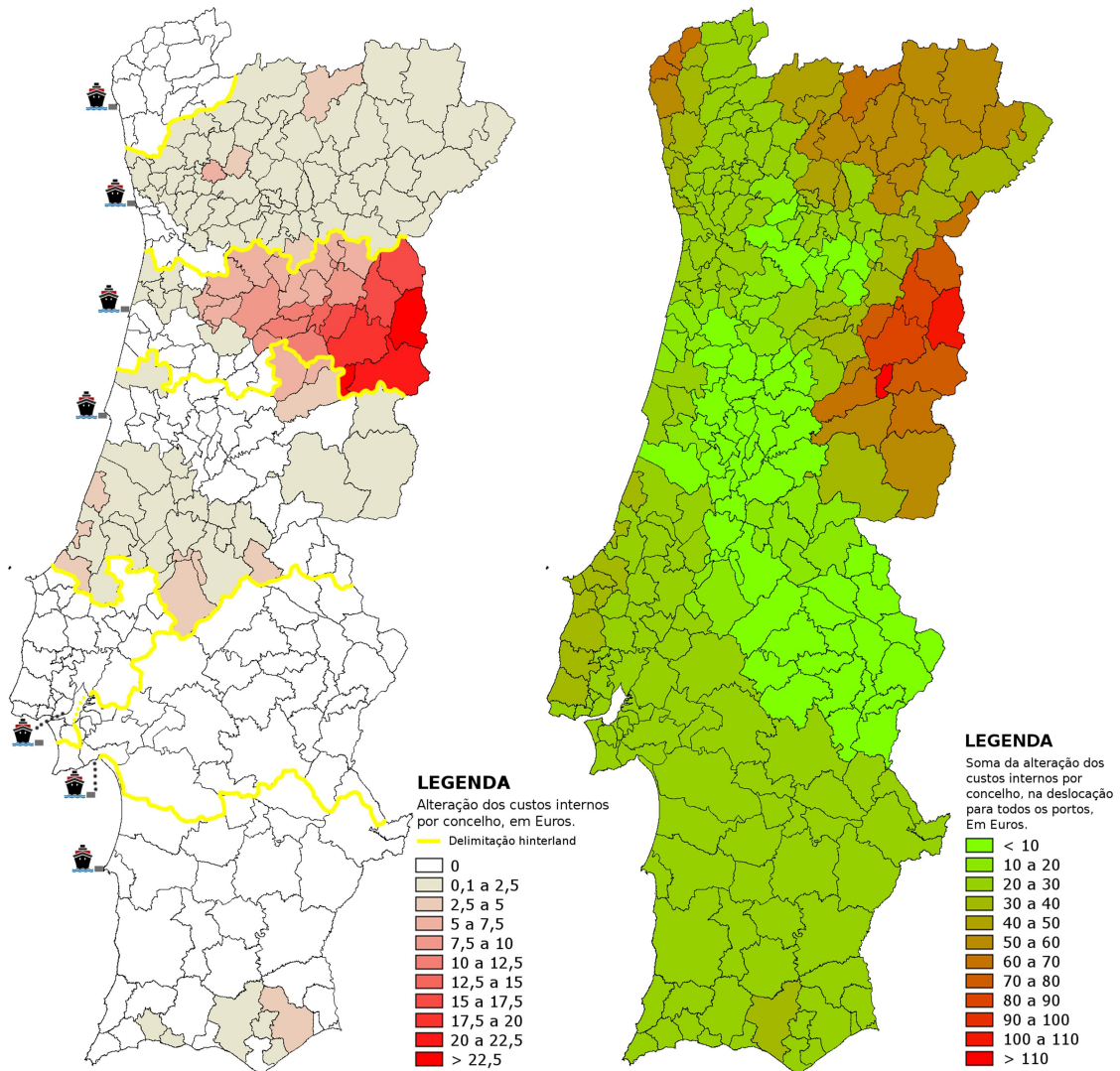
. Moimenta da Beira: passa do porto de Aveiro para o porto de Leixões; o custo aumentou de 140,47 € para 144,59 €;

. Seia: passa do porto de Aveiro para o porto da Figueira da Foz; o custo aumentou de 121,81 € para 128,76 €.

Conclui-se, assim, que o *hinterland* do porto mais prejudicado pelo fim das SCUTs foi o de Aveiro, com três concelhos a passarem para o porto da Figueira da Foz e um para o porto de Leixões.

Numa análise por par O/D, para cada um dos portos, infere-se que o porto mais prejudicado pela alteração de custos entre todos os concelhos e um porto, é o de Viana do Castelo, num total de 1811,20 €, seguido de Aveiro, com 1013,01 € e Leixões, com 966,52 €. Figueira da Foz, Lisboa, Setúbal e Sines apresentam um somatório entre 800 e 843 € (828,57 €, 842,96 €, 814,95 € e 800,33 €, respetivamente).

Quando o estudo é realizado pelos *hinterlands*, com os portos em concorrência (mapa 37), depreende-se igualmente que todo o interior do *hinterland* do porto de Aveiro foi bastante prejudicado pelo fim das SCUTs, bem como quase todo o *hinterland* do porto de Leixões, a parte sul do *hinterland* da Figueira da Foz e alguns concelhos do interior. Os *hinterlands* de Viana do Castelo, Lisboa e Setúbal não registam nenhum caso de concelhos com alteração do custo interno. O *hinterland* do porto de Sines regista ligeiras alterações em alguns concelhos do Algarve, fruto da introdução de portagens na A25.



Mapa 37: (esquerda) Concelhos onde se verificaram alterações dos custos internos de deslocação de um TRC para o porto de *hinterland*, com os portos em concorrência (*hinterland* definido pelo mínimo custo interno entre concelho i e um dos 7 portos).

Mapa 38: (direita) Somatório da alteração do custo interno de deslocação de um TRC, por concelho, entre cada um dos concelhos e os 7 portos.

Numa avaliação concelho a concelho, com o somatório dos incrementos dos custos internos de deslocação para cada um dos portos (mapa 38), regista-se, mais uma vez, que a região mais prejudicada é o interior da região centro, com a influência das portagens introduzidas na A25 e na A23, seguida da região do nordeste de Portugal, com a influência das portagens introduzidas na A24 e a dependência da utilização de vias como a A25 e A23 para acesso ao litoral e destinos mais a sul. De salientar a pouca influência do fim das SCUTs em concelhos no nordeste alentejano e do miolo da região

centro, o que vem provar a pouca dependência destas vias para os pares O/D com origem nestes concelhos.

6.8.2 Introdução de portagens na A29

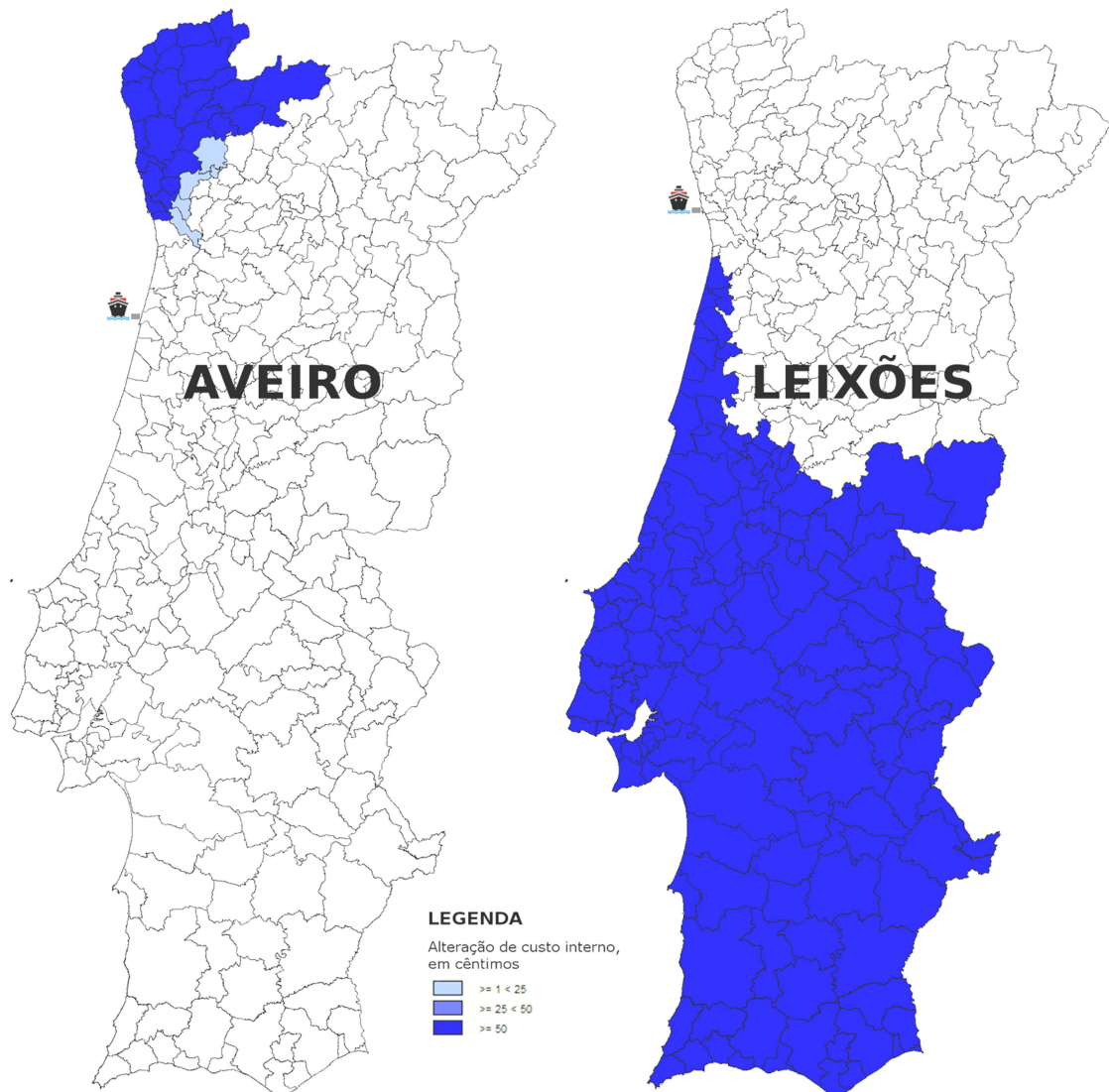
A A29 é uma autoestrada da Subconcessão Costa da Prata que liga à A25, junto à localidade de Angeja, concelho de Albergaria-a-Velha, à A20 em Vilar de Andorinho - Vila Nova de Gaia. Constitui-se como uma alternativa paralela à A1 nas viagens entre a região de Aveiro e o Grande Porto, servindo como eixo estruturante do litoral localizado entre estas duas cidades. Atravessa os municípios de Vila Nova de Gaia, Espinho, Ovar e Estarreja. No troço mais antigo, entre Miramar e Maceda, as características físicas da via não cumprem com o estipulado para uma autoestrada (bermas mais estreitas e traçado longitudinal sinuoso).

Trata-se de uma das SCUT que no dia 15 de Outubro de 2010 deixou o esquema vigente de utilização sem custos para os utilizadores e passou a ser taxada através de portagem eletrónica. A A29 é portajada através de 4 pórticos eletrónicos, em cada sentido. Para a Classe 4, o custo total das portagens é de 6,9 euros, IVA incluído, para fazer todo o traçado num sentido.

Dado ser uma via situada entre dois portos (Aveiro e Leixões), foi identificada como um estudo de caso com interesse para simular a alteração dos respetivos *hinterlands*, com base na introdução da portagem a pagar.

Da simulação efetuada, não existência / existência de pórticos, concluiu-se que a fronteira dos *hinterlands* do porto de Aveiro e porto de Leixões não se alterou. Com a introdução da portagem, e em relação aos concelhos que medeiam entre os dois portos, para o porto de Aveiro, o concelho do Porto e de Gondomar ficaram mais caros (0,54 € e 0,16 € respetivamente). Em relação ao porto de Leixões, tornaram-se mais onerosos os concelhos de Aveiro (0,54 €), Murtosa (0,52 €), Estarreja (0,52 €) e Ovar (0,52 €). Os valores em causa são insignificantes, relativamente ao valor global de deslocação. Em relação à alteração dos custos de todos os concelhos para cada um dos portos referidos, nota-se, no caso de Aveiro, que os concelhos do norte do país foram afetados (de acordo

com o mapa 39) e no caso de Leixões, os concelhos a sul (de acordo com o mapa 40). Dado o número de concelhos afetados com esta alteração, pode-se inferir que os pares O/D foram mais prejudicados quando o destino é o porto de Leixões. Por outro lado, se o total das portagens da A29 é de 6,9 euros e as alterações nos custos dos pares O/D são muito menores, tal significa que há alternativas viáveis e na mesma ordem de grandeza de custo.



Mapa 39: (esquerda) Concelhos a partir dos quais a deslocação de um TRC para o porto de Aveiro, medida pelos custos internos, ficou mais cara devido à introdução de portagens na A29.

Mapa 40: (direita) Concelhos a partir dos quais a deslocação de um TRC para o porto de Leixões, medida pelos custos internos, ficou mais cara devido à introdução de portagens na A29.

6.8.3 Subconcessão do Douro Interior

As informações acerca da caracterização da Subconcessão do Douro Interior (SDI) foram retiradas da página da concessionária Ascendi e do processo de concurso da Subconcessão.

Em 2008, o Estado Português adjudicou à AENOR – Douro Interior, S.A., a Subconcessão Rodoviária do Douro Interior, no regime de conceção/ construção/ exploração. O total programado do investimento para a construção das vias foi de 641,7 milhares de euros, tendo a construção decorrido entre novembro de 2008 e junho de 2011.

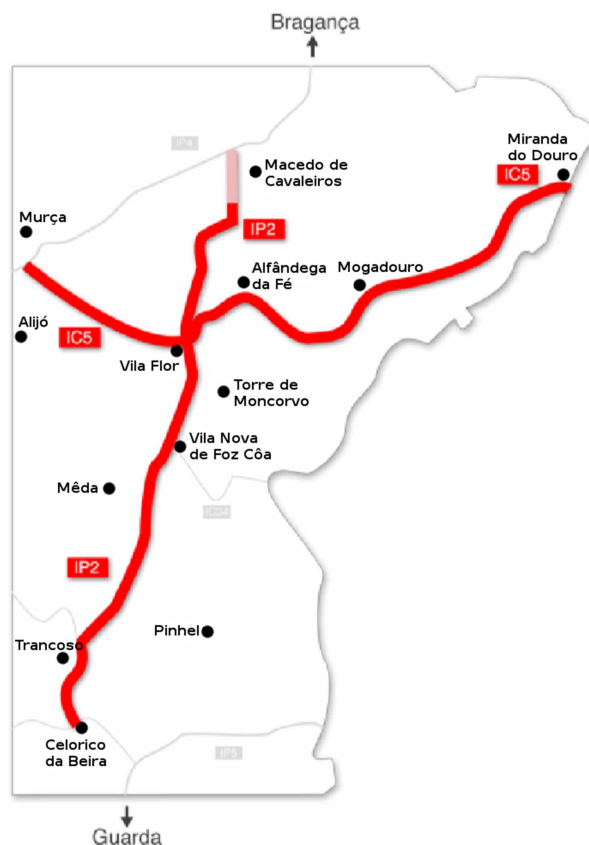
A Subconcessão abrangeu diretamente concelhos com uma população total de 330 mil pessoas e tem uma extensão total de 242 quilómetros divididos por dois grandes eixos viários, nomeadamente:

O IP2, com 111 Km, entre Macedo de Cavaleiros e Celorico da Beira, estendendo-se para além do distrito de Bragança até ao distrito da Guarda e Viseu; O IC5, com 131 Km, ligando Murça a Miranda do Douro, com o traçado entre o distrito de Vila Real e o distrito de Bragança. No mapa 41 estão representadas as vias referidas.

A SDI integrou, além da construção do IC5 e do troço indicado do IP2, a manutenção do lanço do IP2, que liga Macedo de Cavaleiros a Vale Benfeito. Na totalidade, a Subconcessão integrou 8 lanços e duas extensões, de acordo com a tabela seguinte:

Designação do lanço	Extensão em Km
IP2 – Valebenfeito / Junqueira	25,4
IP2 – Junqueira / Pocinho	17,4
IP2 – Pocinho / Longroiva	18,2
IP2 – Longroiva / Trancoso	18,1
IP2 – Trancoso / Celorico da Beira (IP5)	22,7
IC5 – Murça (IP4) / (IP2) Nozelos	48,0
IC5 – Murça (IP4) / Miranda do Douro (2 igrejas)	81,0
IP2 – Macedo de Cavaleiros (IP4) / Valebenfeito	14,4
Extensão IP2 – Vila Franca das Naves	4,3
Extensão IP2 – EN102 (Celorico – Gare)	5,6

Tabela 29: Lanços de estrada pertencentes à Subconcessão do Douro Interior. Fonte: Ascendi e MOPTC – (www.ascendi.pt e www.moptc.pt).



Mapa 41: Vias pertencentes à Subconcessão do Douro Interior. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt).

Com a entrada em operação da SDI, apenas um concelho transitou de *hinterland*, nomeadamente o de Figueira de Castelo Rodrigo, que passou do *hinterland* do Porto de Leixões (222,01 €) para o do porto de Aveiro (213,50 €). Considera-se normal que os concelhos atravessados e vizinhos à SDI sejam beneficiados com a mesma. No que diz respeito a custos internos mínimos por concelho, na deslocação de menor custo para um porto (portos em concorrência), com a SDI houve 9 concelhos beneficiados (ver mapa 42), com uma amplitude desde 0,86 € (Aljô) até 22,89 € (Carraceda de Ansiães).

Na tabela seguinte resumem-se as alterações que ocorreram com a entrada em operação da SDI, para o mínimo de deslocação de cada concelho para um dos 7 portos, sendo que o mínimo determina a inclusão no respetivo *hinterland*. De salientar a diminuição de 13% nos custos para o concelho de Carraceda de Ansiães e de 9% para o concelho de Vila Flor. Estes concelhos pertencem ao *hinterland* de Leixões e a entrada em operação do IC5, perpendicular à linha do litoral, permitiu esta poupança.

	Valor dos Custos Internos, antes da SDI, em Euros	Valor Custos Internos, depois da SDI, em Euros	Hinterland a que pertence antes da SDI	Hinterland a que pertence, depois da SDI	Diferença em Euros	Diferença em Percentagem
ALFÂNDEGA DA FÉ	196,94	188,92	Leixões	Leixões	-8,02	-4,1%
ALIJO	142,03	141,17	Leixões	Leixões	-0,86	-0,6%
CARRAZEDA DE ANSIÃES	179,74	156,85	Leixões	Leixões	-22,89	-12,7%
FIGUEIRA DE CASTELO RODRIGO	222,01	213,50	Leixões	Aveiro	-8,51	-3,8%
FREIXO DE ESPADA À CINTA	243,82	232,62	Leixões	Leixões	-11,2	-4,6%
MOGADOURO	234,71	222,27	Leixões	Leixões	-12,44	-5,3%
PINHEL	199,21	189,10	Aveiro	Aveiro	-10,11	-5,1%
TORRE DE MONCORVO	204,97	193,77	Leixões	Leixões	-11,2	-5,5%
VILA FLOR	183,66	167,21	Leixões	Leixões	-16,45	-9,0%

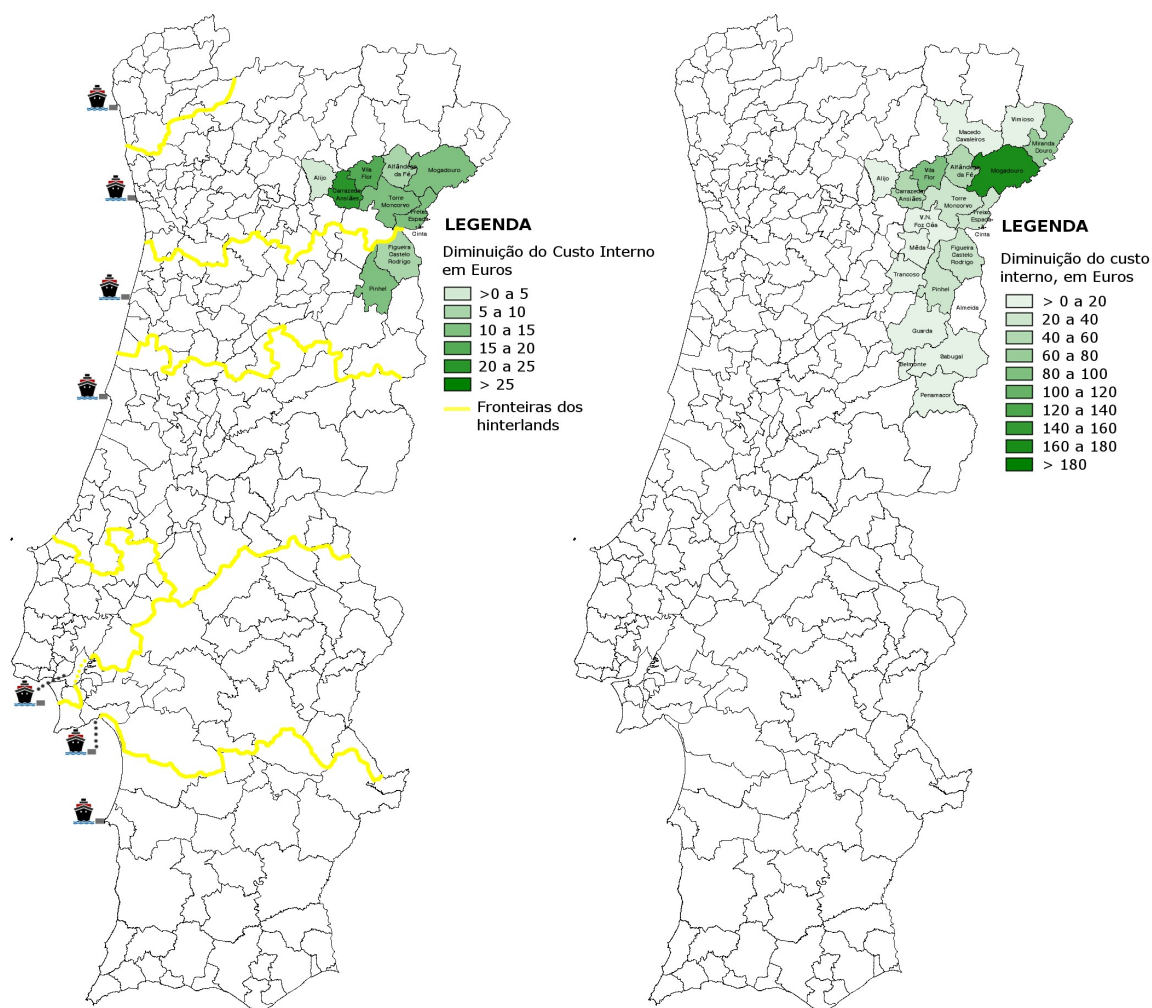
Tabela 30: Concelhos onde a conclusão da Subconcessão do Douro Interior teve impacto nos custos internos de transporte de um TRC do concelho para o porto (para o qual se verifica o custo mínimo de transporte).

No somatório por concelho, dos custos internos de deslocação para todos os portos, observa-se que 19 concelhos foram beneficiados, com valores a oscilar entre os 1,71 € de Alijó e os 160,40 € de Mogadouro. Conforme se pode observar no mapa 43, os concelhos beneficiados situam-se todos no interior, junto à raia, no norte e centro do país.

Quando analisados os concelhos atravessados e os beneficiados, conclui-se que Vila Nova de Foz Côa, Celorico da Beira e até mesmo Trancoso saíram pouco beneficiados com a entrada em funcionamento da SDI, em parte explicado pelo paralelismo do ‘novo’ IP2 entre Celorico da Beira e Vila Nova de Foz Côa com o ‘antigo’ IP2 (E.N. 102), já que relativamente à velocidade legal de um TRC, pouca mudança ocorreu. Por outro lado, a EN102 tem maior proximidade às sedes de concelho que o ‘novo’ IP2.

Por *hinterland* de cada porto (com os portos em concorrência) e em número de concelhos pertencentes, foi Leixões que mais beneficiou com a SDI, com 6 concelhos a ver os custos internos diminuir. Aveiro apresenta dois concelhos com os custos internos a diminuir, embora um deles tenha sido captado, conforme já referido, ao *hinterland* de Leixões.

Numa análise por porto, sem concorrência, o mais beneficiado, em termos de somatório da diminuição de custos internos para todos os concelhos, foi o porto de Sines, com 157,20 €, seguido de Viana do Castelo (117,00 €), Leixões (84,12 €) e Figueira da Foz (73,67 €). Lisboa, Aveiro e Setúbal apresentam, respetivamente, diminuições de 70,17 €, 67,13 € e 50,30 €.



Mapa 42: (esquerda) Diminuição do custo interno da viagem de um TRC, por *hinterland* de cada porto, com os portos em concorrência, entre o concelho e o porto respetivo, devido à entrada em funcionamento da Subconcessão do Douro Interior.

Mapa 43: (direita) Somatório da diminuição do custo interno da viagem de um TRC, de um concelho para todos os portos, sem concorrência, devido à entrada em funcionamento da Subconcessão do Douro Interior.

6.8.4 Subconcessão do Pinhal Interior

As informações acerca da caracterização da Subconcessão do Pinhal Interior (SPI) foram retiradas da página da concessionária Ascendi e do processo de concurso da Subconcessão.

A SPI foi concebida para abranger 22 concelhos em quatro distritos, num total de 567 quilómetros de vias, 173 dos quais de construção de novos lanços, com a A13/IC3 que liga Tomar a Coimbra e o IC8 que liga o concelho de Pombal, no litoral, partindo da A17, até Vila Velha de Ródão, na A23. Os novos troços incluíam ainda a ligação de Sertã a Oleiros (E.N. 238) e a Estrada Nacional 342 entre a Lousã, Góis, Arganil e Côja. Dos 173 quilómetros de lanços a construir, 80 tinham perfil de autoestrada. O mapa 44 mostra as vias que fazem parte da Subconcessão e o tipo de intervenção previsto para cada uma.

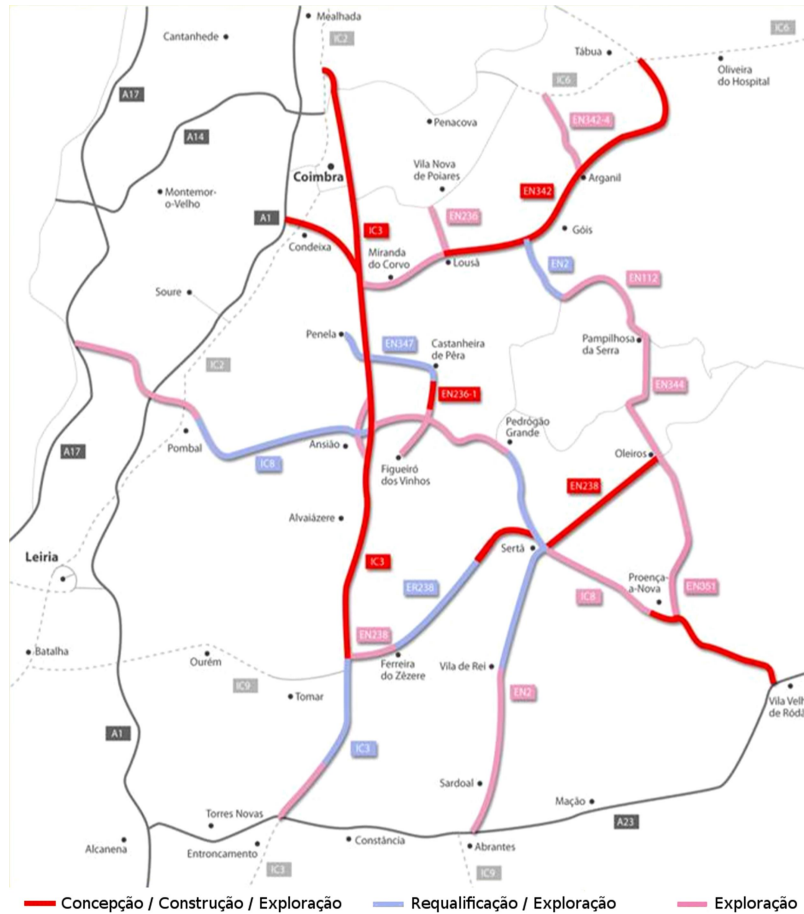
O contrato celebrado integrava a conceção, projeto, construção, financiamento, exploração e conservação, por um período de 30 anos.

Foi estimado que a Subconcessão teria impacto positivo sobre a qualidade de vida de mais de 415 mil pessoas e reduziria os tempos de percurso em mais de 40% entre sedes de concelho, beneficiando a acessibilidade aos concelhos do Interior Centro, melhorando as deslocações norte / sul.

Atribuída no início de 2010 ao consórcio Ascendi Pinhal Interior - Estradas do Pinhal Interior, S.A., por 1.250 milhões de euros, a SPI sofreu uma amputação em agosto de 2010, no âmbito de um acordo entre o governo e o consórcio, reduzindo o investimento para 772 M€.

A principal obra da SPI seria a construção de uma nova autoestrada para ligar Coimbra a Tomar e ao IC3 (A13). Com a construção destas novas acessibilidades, foi estimado que o tempo de percurso diminuiria em cerca de 32%, enquanto a sinistralidade rodoviária baixaria também na ordem dos 40%. Não eram indicados benefícios ao nível da economia para a região abrangida.

A A13 encontra-se concluída, bem como as intervenções no IC8 e a ligação de Sertã a Oleiros. No que concerne à E.N. 342 Lousã/Góis/Arganil/Côja, com uma extensão de 34 Km, e cuja construção ainda não se iniciou, permitiria ligar o interior do distrito de Coimbra a vias como o IC3. Beneficiaria sobretudo os concelhos da Lousã, Góis e Arganil. Por seu lado, a exploração dos 13,3 Km da E.N.2 entre Góis e Portela do Vento iria permitir melhorar as acessibilidades da Pampilhosa da Serra ao eixo da E.N. 342 e ao IC3, trazendo sobretudo vantagens aos municípios da Pampilhosa da Serra e Góis.



Mapa 44: Vias pertencentes à Subconcessão do Pinhal Interior. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt).

Sumário da SPI:

- a) A construir (total de 176 Km, 706 M€): IC3 -Tomar / Coimbra (IP3/IC2), incluindo ligação a Condeixa; IC8 – Proença-a-Nova / Pedregão (A23); EN236-1 – Variante do Troviscal; ER 238 – Cernache do Bonjardim / Sertã (IC8); EN238 – Sertã/Oleiros; EN342 – Lousã/Góis/Arganil/Côja, incluindo ligação ao IC6.
- b) A requalificar (total de 135 Km, 66 M€): IC3 – Variante de Tomar; IC8 – Pombal/Ansião; IC8 – Pedregão Grande/Sertã; EN2 – Sertã (IC8)/Vila de Rei; EN2 – Góis (EN342)/Portela do Vento (EN112); ER238 – Ferreira do Zêzere/Cernache do Bonjardim; ER347 – Penela/Castanheira de Pêra.
- c) Em serviço (total de 229 Km): IC3 – Tomar/Atalaia; IC8 – Carriço/Pombal; IC8 – Ansião/Pedregão Grande; IC8 – Sertã/Proença-a-Nova; EN2 – Vila de Rei/Abrantes (A23); EN110 – Variante de Avelar; EN112 – Portela do Vento / Pampilhosa da Serra; EN236 – Foz do Arouce/Lousã (EN342); EN236-1 –

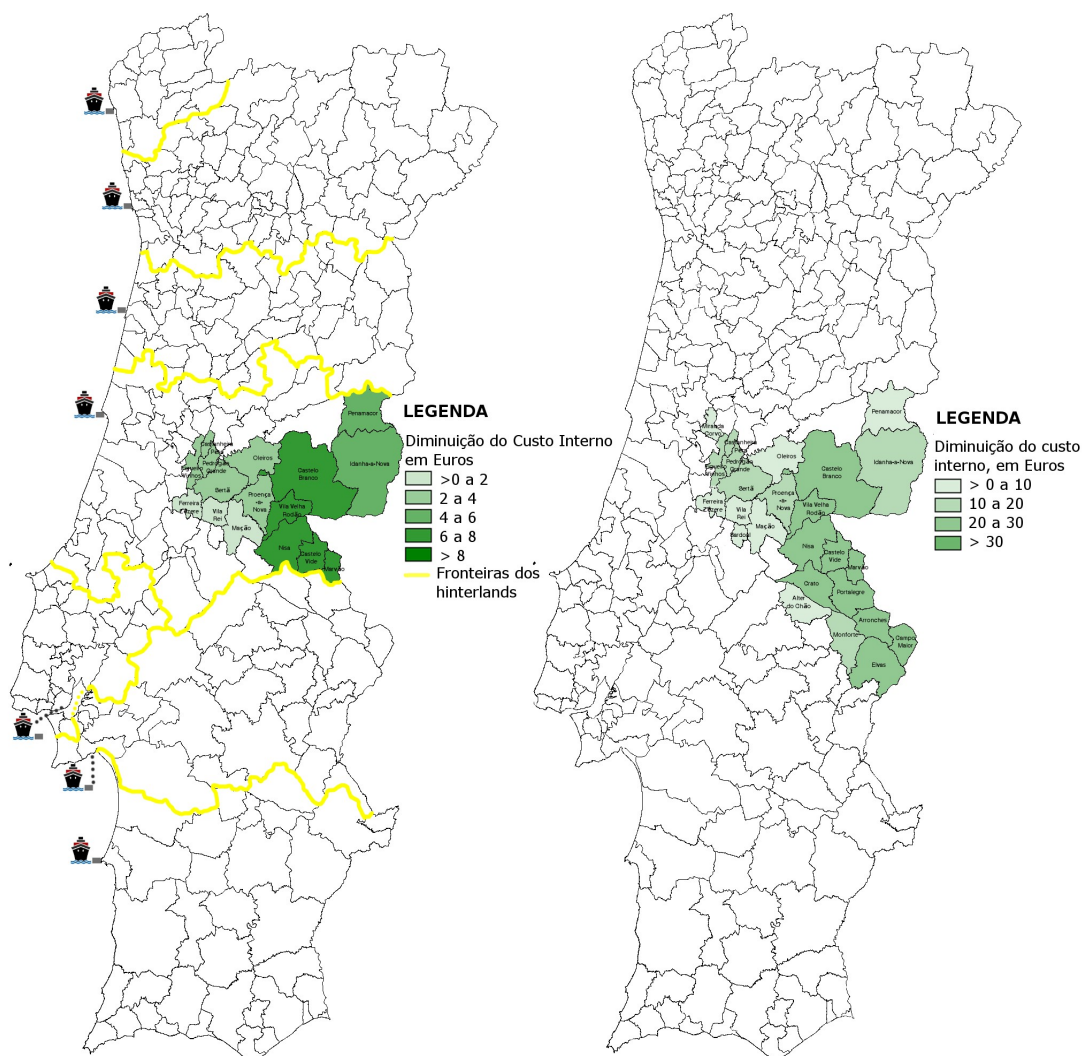
Castanheira de Pêra/Figueiró dos Vinhos; EN238 – Tomar (IC3) / Ferreira do Zêzere; EN342 – Miranda do Corvo (IC3)/Lousã; EN342-4 – Arganil / IC6; EN344 – Pampilhosa da Serra/Vale de Pereiras (EN351); EN351 – Vale de Pereiras (EN344) / Oleiros/Isna de Oleiros; EN351 – Isna de Oleiros/Proença-a-Nova (IC8)

Com a entrada em operação da SPI, nenhum concelho transitou de *hinterland*. Por *hinterland*, e considerando o custo interno mínimo para deslocação dos concelhos integrantes do mesmo, com a SPI houve 16 concelhos, todos do *hinterland* do porto da Figueira da Foz, que diminuíram os custos. São concelhos ou junto à raia, na zona centro, ou ao longo do IC8, antes do cruzamento com o IC3 em Ansião (sentido este para oeste), o que leva a concluir que os concelhos atravessados pela A13, que é paralela à linha de costa e é portajada, pouco ou nada beneficiaram da existência da mesma para diminuir os custos internos para deslocação de um TRC. Nos 16 concelhos positivamente afetados, a amplitude da redução do custo varia entre os 0,11 euros e os 7,47 euros, com uma variação percentual máxima registada no concelho de Vila Velha de Ródão, com 4,8% de redução.

	Valor Custos Internos, antes da SPI, em Euros	Valor Custos Internos, depois da SPI, em Euros	Diferença em Euros	Diferença em Percentagem
CASTANHEIRA DE PÊRA	88,26	85,74	-2,52	-2,9%
CASTELO BRANCO	170,88	163,41	-7,47	-4,4%
CASTELO DE VIDE	199,48	192,01	-7,47	-3,7%
FERREIRA DO ZÊZERE	97,6	97,49	-0,11	-0,1%
FIGUEIRÓ DOS VINHOS	81,15	78,63	-2,52	-3,1%
IDANHA-A-NOVA	206,85	200,92	-5,93	-2,9%
MAÇÃO	144,43	144,32	-0,11	-0,1%
MARVÃO	212,48	205,02	-7,46	-3,5%
NISA	172,23	164,76	-7,47	-4,3%
OLEIROS	127,56	125,04	-2,52	-2,0%
PEDRÓGÃO GRANDE	89,13	86,61	-2,52	-2,8%
PENAMACOR	221,83	215,89	-5,94	-2,7%
PROENÇA-A-NOVA	120,14	117,62	-2,52	-2,1%
SERTÃO	104,79	102,27	-2,52	-2,4%
VILA DE REI	116,21	116,10	-0,11	-0,1%
VILA VELHA DE RODÃO	153,88	146,42	-7,46	-4,8%

Tabela 31: Concelhos onde a conclusão da SPI teve impacto nos custos internos de transporte de um TRC do concelho para o porto (para o qual se verifica o custo mínimo de transporte).

Na tabela anterior resume-se as alterações que ocorreram com a entrada em operação da SPI, para o mínimo de deslocação de cada um dos 16 concelhos para um dos 7 portos (a diminuição só ocorreu para concelhos do *hinterland* de Figueira da Foz, como já foi referido), sendo que o mínimo determina a inclusão no respetivo *hinterland*. No mapa 45 é efetuado a representação da diferença em euros, para os 16 concelhos, com a entrada em operação da SPI.



No somatório por concelho, dos custos mínimos internos de deslocação para todos os portos, existem 25 concelhos beneficiados, com valores a oscilar entre os 0,11 € de Alter do Chão e os 29,87 € de Castelo de Vide. Conforme se pode observar no mapa 46, os concelhos beneficiados localizam-se todos no interior, junto à raia e ao longo do IC8, no centro do país e norte do Alentejo.

Numa análise por porto, o mais beneficiado, em termos de somatório da diminuição de custos internos para todos os concelhos, foi o porto de Aveiro, com 101,8 €, seguido de Figueira da Foz (98,34 €), Leixões e Viana do Castelo (os dois com 93,57 €). Lisboa, e Setúbal não registaram nenhuma diminuição e o porto de Sines teve uma diminuição de 13,24 €.

6.8.5 Conclusão do IC8

A conclusão do IC8 e respetiva ligação à A23 demorou 20 anos, tendo sido uma das vias integrantes da SPI. Foi inaugurada a 1 de Dezembro de 2012. Antes da conclusão do IC8 entre Proença-a-Nova e Vila Velha de Ródão, a ligação entre os dois eixos rodoviários era feita em cerca de 12 quilómetros de estrada nacional (EN 233), com passagem em diversas localidades.

De acordo com a página da Ascendi e o processo de concurso da Subconcessão, este troço final do IC8 tem uma extensão de 16,2 quilómetros, com faixas de rodagem com duas vias, uma em cada sentido, com 3,75 metros de largura, a que acrescem duas bermas exteriores de 2,5 metros de largura, totalmente pavimentadas. Em algumas zonas verifica-se a existência de vias de lentos, com 3,5 metros a acrescer à faixa de rodagem e uma berma pavimentada de 1,5 metros. Efetua a ligação entre o nó de Montinho no IC8, em Proença-a-Nova e a A23 em Perdigão, em Vila Velha de Ródão. As ligações à rede local são asseguradas pelos nós de Pedra do Altar, Peral e pelo nó de Perdigão. A ligação exigiu uma obra de arte especial, a ponte sobre o rio Ocreza, com 100 metros de altura.

	Valor Custos Internos, antes da conclusão do IC8, em Euros	Valor Custos Internos, depois da conclusão do IC8, em Euros	Diferença em Euros	Diferença em Porcentagem	Importância da conclusão do IC8 na redução verificada na SPI, em percentagem
CASTELO BRANCO	168,36	163,41	-4,95	-2,9%	66,3%
CASTELO DE VIDE	196,96	192,01	-4,95	-2,5%	66,3%
IDANHA-A-NOVA	204,33	200,92	-3,41	-1,7%	57,5%
MARVÃO	209,96	205,02	-4,94	-2,4%	66,2%
NISA	169,70	164,76	-4,94	-2,9%	66,1%
PENAMACOR	219,31	215,89	-3,42	-1,6%	57,6%
VILA VELHA DE RODÃO	151,36	146,42	-4,94	-3,3%	66,2%

Tabela 32: Importância da conclusão do IC8 nas poupanças dos custos internos obtidas na viagem de um TRC, dos concelhos para os quais se registou uma diminuição, com os portos em concorrência.

Percentagem de redução em relação à SPI.

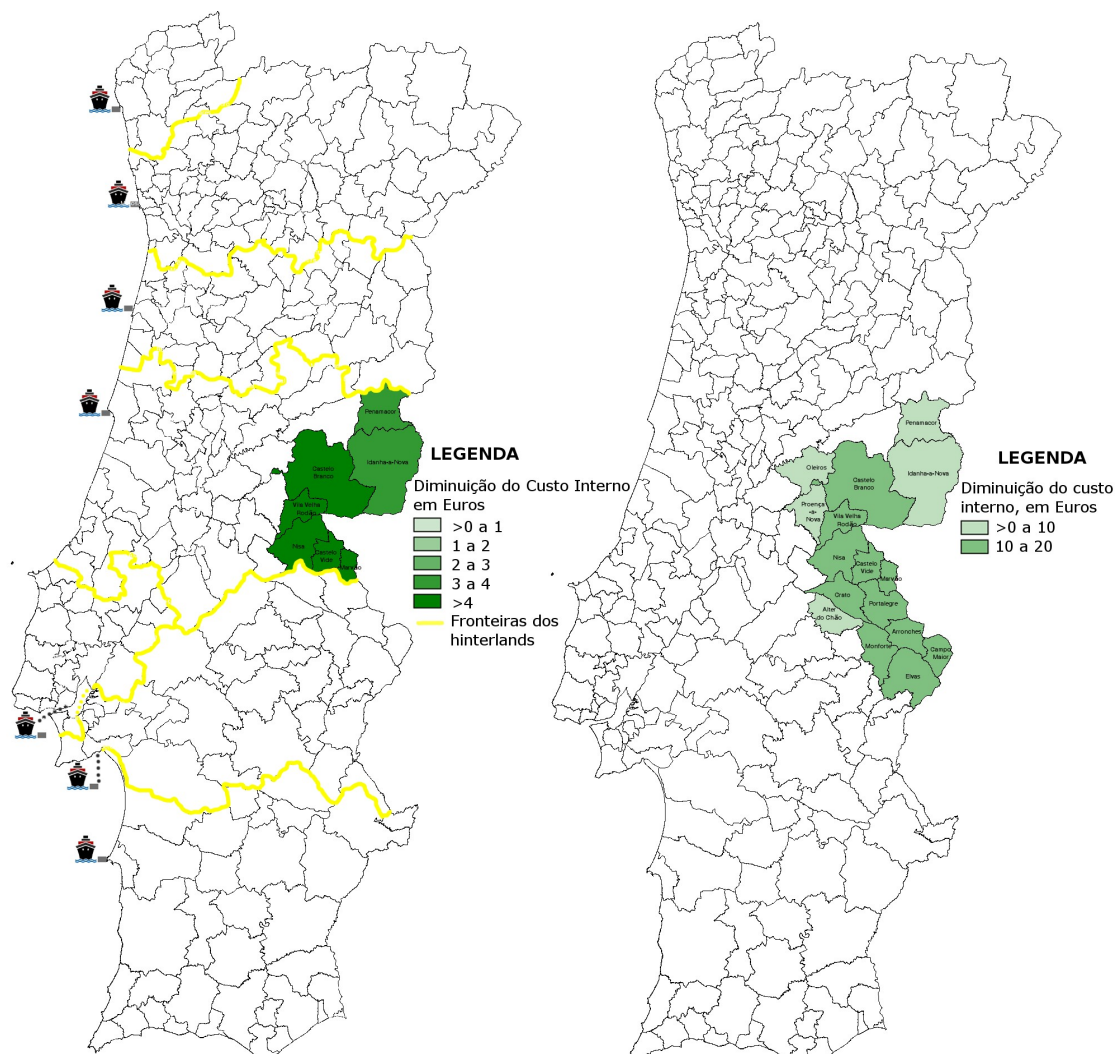
Para a região centro e sobretudo o seu interior mais próximo de Castelo Branco, a conclusão do IC8 apresenta-se como uma opção na ligação ao litoral, em alternativa ao uso da A23, pelo sul ou da A25, a norte.

	Somatório por concelho da redução dos custos internos na deslocação para todos os portos, com a conclusão do IC8, em Euros.	Somatório por concelho da redução dos custos internos na deslocação para todos os portos, com a conclusão da SPI, em Euros.	Importância da conclusão do IC8 na redução verificada na SPI, em percentagem.
ALTER DO CHÃO	-0,11 €	-0,11 €	100,0%
ARRONCHES	-19,78 €	-29,86 €	66,2%
CAMPO MAIOR	-19,76 €	-29,84 €	66,2%
CASTANHEIRA DE PÊRA		-10,09 €	0,0%
CASTELO BRANCO	-19,77 €	-29,85 €	66,2%
CASTELO DE VIDE	-19,77 €	-29,87 €	66,2%
CRATO	-19,76 €	-29,84 €	66,2%
ELVAS	-18,68 €	-26,24 €	71,2%
FERREIRA DO ZÊZERE		-0,44 €	0,0%
FIGUEIRÓ DOS VINHOS		-10,10 €	0,0%
IDANHA-A-NOVA	-7,37 €	-12,41 €	59,4%
MAÇÃO		-0,44 €	0,0%
MARVÃO	-19,76 €	-29,86 €	66,2%
MIRANDA DO CORVO		-2,13 €	0,0%
MONFORTE	-14,59 €	-14,59 €	100,0%
NISA	-19,76 €	-29,85 €	66,2%
OLEIROS	-3,80 €	-8,84 €	43,0%
PEDRÓGÃO GRANDE		-10,08 €	0,0%
PENAMACOR	-3,42 €	-5,94 €	57,6%
PORTALEGRE	-19,76 €	-29,85 €	66,2%
PROENÇA-A-NOVA	-9,44 €	-19,54 €	48,3%
SARDOAL		-0,33 €	0,0%
SERTÃO		-10,10 €	0,0%
VILA DE REI		-0,43 €	0,0%
VILA VELHA DE RODÃO	-19,77 €	-29,85 €	66,2%

Tabela 33: Importância do IC8 nas poupanças dos custos internos obtidas na viagem de um TRC, com a conclusão das obras da SPI.

Quando se procede à comparação entre os resultados da entrada em funcionamento do último troço do IC8 e os da entrada em funcionamento do SPI, depreende-se que a

maior percentagem da redução dos custos na SPI para os 7 concelhos indicados na tabela 32 e representado no mapa 47, é devido à conclusão do IC8. Os 7 concelhos são todos do *hinterland* do porto da Figueira da Foz.



Mapa 47: (esquerda) Diminuição do custo interno da viagem de um TRC, por *hinterland* de cada porto, com os portos em concorrência, entre o concelho e o porto respetivo, devido à entrada em funcionamento do último troço do IC8.

Mapa 48: (direita) Somatório da diminuição do custo interno da viagem de um TRC, de um concelho para todos os portos, sem concorrência, devido à entrada em funcionamento do último troço do IC8.

Quando a análise é efetuada para a deslocação do TRC entre todos os concelhos e os 7 portos, sem concorrência, no somatório da diminuição dos custos internos, por concelho, a conclusão do IC8 levou à diminuição em 25 deles (tabela 33 e respetiva representação no mapa 48), sendo que em dois a conclusão da via é responsável por

100% da redução registada com a entrada em funcionamento da SPI (Alter do Chão e Monforte). Dos restantes, é responsável por mais de 50% dessa redução, em doze.

Face ao caso abordado neste estudo, torna-se possível concluir que para os custos internos de deslocação de um TRC, nos pares O/D usados, com valores mínimos de cada concelho para os 7 portos, teve maior importância a conclusão do IC8 do que a entrada em funcionamento da SPI, com uma nova via paralela ao litoral e paralela a uma via já existente – IC3 (A13).

6.8.6 Subconcessão do Douro Litoral

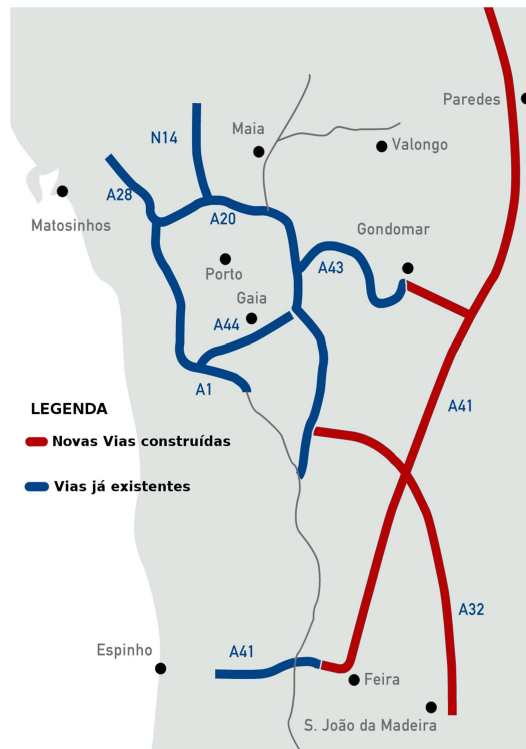
As informações acerca da caracterização da Subconcessão do Douro Litoral (SDL) foram retiradas da página da concessionária Autoestradas Douro e do processo de concurso da Subconcessão.

A SDL compreende um total de 79 quilómetros. Foi adjudicada em dezembro de 2007, por um período de 27 anos ao consórcio Autoestradas do Douro Litoral (AEDL), liderado pela Brisa, num investimento de 872 milhões de euros, tendo sido concluída em outubro de 2011.

Esta subconcessão está situada na AMP (mapa 49) e tem uma extensão de 129 quilómetros, 76,2 dos quais têm portagem real. Aquando do lançamento desta subconcessão, e tendo em consideração a sua localização privilegiada, afigurava-se como objetivo o estabelecimento de uma rede essencial para o desenvolvimento económico, assumindo um papel fundamental na mobilidade da região Norte. Trata-se de uma subconcessão de matriz urbana, inserida na AMP, área com elevada densidade populacional e onde se desenvolvem várias atividades industriais.

A rede da SDL veio entrecruzar e complementar as infraestruturas existentes, das quais se destacam a A1 (Autoestrada do Norte), a A3 (Autoestrada Porto / Valença) e a A4 (Autoestrada Porto-Amarante e Vila Real a Quintanilha).

Em 2011 entrou ao serviço o último troço da A32, ficando concluída a construção da SDL, na qual se incluíam a A41 – CREP (Cintura Regional Exterior do Porto) e a A43/IC29, radial de Gondomar.



Mapa 49: Estradas pertencentes à Subconcessão do Douro Litoral. Fonte: MOPTC (www.moptc.pt).

A A41 - CREP - Circular Regional Exterior do Porto é uma autoestrada que circunda a região do Grande Porto, construída com o objetivo de descongestionar a Via de Cintura Interna (A20) e ligando o sul ao leste da AMP. Com dez nós de acesso e 33 quilómetros, importou em 325,2 milhões de euros.

A A41/IC24 tem início na zona de Argoncilhe (Picoto) e termina no nó de Ermida (Valongo), o qual faz a ligação à A42/IC25, esta última pertencente à Subconcessão do Grande Porto. Esta via é composta por três trechos de viação distintos:

Trecho 1 – Com uma extensão de 9,6 km, tem início no lanço já construído da A41 e termina na rotunda de acesso à Estrada Nacional 1, em Argoncilhe (Picoto), a nordeste da nova travessia sobre o rio Uima. Para além do nó de Argoncilhe, este trecho também inclui o nó de ligação a Sandim;

Trecho 2 – Com uma extensão de 14,8 Km, tem início no trecho 1, na zona de Lever/Vales (Vila Nova de Gaia) e termina na ligação à zona de Oregas/Recarei (Paredes). Este trecho inclui três nós de ligação: Medas, A41/A43 e Aguiar de Sousa e engloba a travessia, em ponte, do Rio Douro, numa extensão de 740m, localizada a montante da Barragem de Crestuma-Lever e próxima da Central Termoelétrica do

Outeiro. O troço transpõe ainda a Serra das Flores através do Túnel do Covelo, com uma extensão de 449m;

Trecho 3 – Divide-se em duas zonas distintas. A primeira, com uma extensão de 4,25 Km, tem início no trecho 2, em Orenhas/Recarei (Paredes) e acaba após o nó de Campo, incluindo o nó de ligação à Zona Industrial de Campo (acesso à EN15, à EM608 e a toda a área industrial da zona de Campo) e o nó de ligação à A4. A segunda zona, com uma extensão de 4,6 Km, inclui o nó de Gandra e o nó de ligação à A42.

A A43, também conhecida por Radial de Gondomar, trata-se de uma autoestrada que faz a ligação entre a zona oriental do Porto e a A41, atravessando o concelho de Gondomar e ligando a cidade do porto à zona leste da cidade.

A A43/IC29 tem início na zona de Gondomar e termina na ligação à A41/IC24, na zona do Covelo, com uma extensão de 8,1 Km. Esta autoestrada engloba os nós de ligação a Gondomar e a Gens.

A A32 - Autoestrada de Entre Douro-e-Vouga - é uma autoestrada que liga o concelho de Oliveira de Azeméis a Vila Nova de Gaia, paralela à existente EN1 / IC2. Veio substituir a atual EN1 / IC2. A A32 teve na sua génese a construção de uma circular externa à AMP, para a sua região sudeste. Esta nova autoestrada atravessa os concelhos de Vila Nova de Gaia, Santa Maria da Feira e Oliveira de Azeméis.

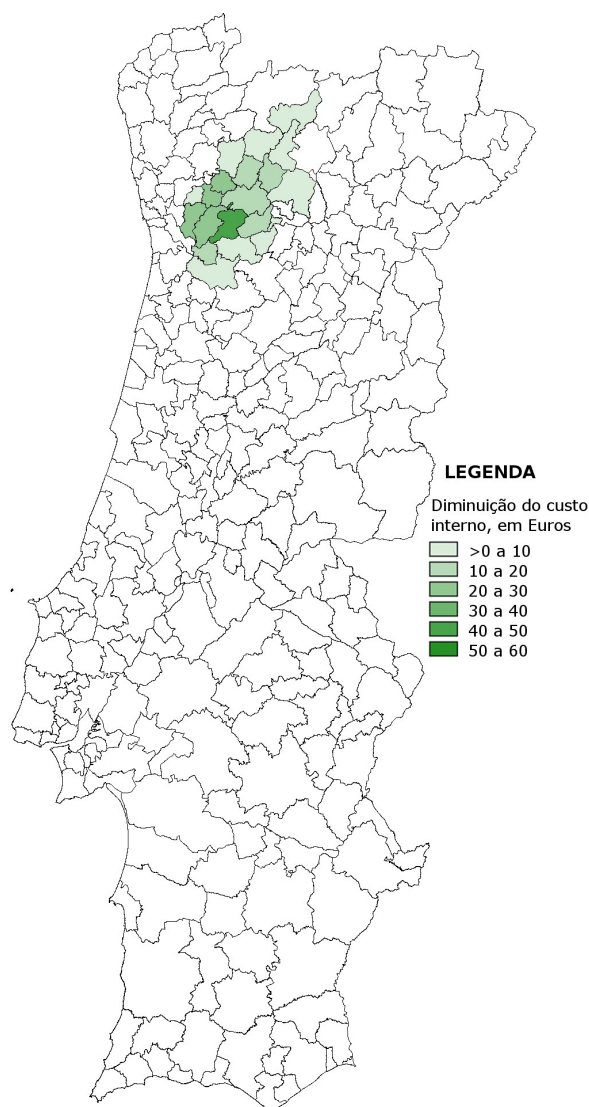
A A32 foi originalmente pensada como via rápida, alternativa à EN1, permitindo a ligação entre o centro e o norte do país, no trajeto entre Vila Nova de Gaia (Carvalhos) e São João da Madeira, como um prolongamento da variante entre esta última localidade e Oliveira de Azeméis. O projeto foi posteriormente alterado, configurando a nova via como autoestrada e desviando o espaço canal para o interior, de forma a servir os concelhos de Vale de Cambra e Arouca.

A A32 tem uma extensão de 34 quilómetros, 8 nós de ligação e um perfil de 2x2 vias em 16,1 Km e 2x3 vias em 18,1 Km, num total de três trechos de viação distintos:

Trecho 1 – com 6,9 Km, tem início em Oliveira de Azeméis e termina em Nogueira de Cravo, com o nó de ligação à EN224 e o nó de ligação à EN227;

Trecho 2 – com 9,5 Km, tem início em Nogueira de Cravo e termina em Louredo, com o nó de ligação à via Feira/Mansores;

Trecho 3 – Com 17,7 Km, inicia em Louredo e termina no IP1 (São Lourenço). Este troço comporta três nós de ligação: nó de Gião/Louredo, nó de Canedo e o nó de São Martinho de Arnelas.



Mapa 50: Somatório da diminuição dos custos internos da viagem de um TRC de um concelho para todos os portos, sem concorrência, considerando o impacto de entrada em funcionamento da SDL, em euros.

Realizada a simulação da entrada em operação da SDL, conclui-se que o seu efeito nos *hinterlands* foi nulo, uma vez que nenhum concelho mudou de *hinterlands* e porque, no que diz respeito aos concelhos pertencentes a cada *hinterland*, os seus custos internos mínimos de deslocação para os respetivos portos, em nada se alteraram. Devido a este

facto, ao contrário da metodologia seguida nas outras simulações, não foi produzida qualquer tabela de mudanças nem o respetivo mapa dos impactos nos custos, com os portos em concorrência.

Quando efetuado o estudo por porto e o somatório da diminuição dos custos internos mínimos de deslocação de cada concelho para cada porto, salienta-se de imediato o efeito nulo nos portos de Leixões e de Viana do Castelo. O porto mais beneficiado é o de Aveiro, com 88,37 €, seguido do da Figueira da Foz, com 65,44 €. Os portos de Lisboa, Sines e Setúbal registam todos uma diminuição de 34,61 €. Os concelhos afetados positivamente pela entrada em funcionamento da SDL encontram-se todos no miolo da região norte (ver mapa 50), pelo que se conclui que a SDL os beneficia nas deslocações para sul da AMP, mas não para dentro da própria AMP - para a deslocação para o porto de Leixões. Ao contrário da SDI, as vias pertencentes à SDL são portajadas numa zona já devidamente infraestruturada ao nível rodoviário, o que explica a nula influência nos concelhos da AMP ou na diminuição dos custos dos concelhos pertencentes ao *hinterland* do porto de Leixões. Com a SDL, 20 concelhos saíram beneficiados, com uma amplitude desde 0,61 € (Boticas) até 49,65 € (Marco de Canavezes), com os portos sem concorrência entre si.

6.9 Conclusões

Tendo por base o modelo idealizado e os dados recolhidos, foi possível efetuar N simulações, a partir das quais se mapeou:

- O custo interno de deslocação de um TRC de cada um dos 278 concelhos para cada um dos portos (1 mapa de análise para cada um dos portos);
- Os potenciais *hinterlands* dos 7 portos em concorrência, considerando as seguintes grandezas:
 - a) Custos internos;
 - b) Custos externos;
 - c) Custos internos + externos;

- d) Distância;
- e) Tempo;
- f) Velocidade;

Procedeu-se igualmente à elaboração de 6 simulações de alterações ocorridas nos últimos anos, na rede de estradas, já referida em 5.1:

- i) Introdução de portagens nas SCUTs;
- ii) Introdução de portagens na A29;
- iii) Entrada em operação da Subconcessão do Douro Interior;
- iv) Entrada em operação da Subconcessão do Pinhal Interior;
- v) Conclusão do IC8;
- vi) Entrada em operação da Subconcessão do Douro Litoral;

Para além da definição dos potenciais *hinterlands* dos portos nacionais à escala de unidade concelhia, os dados obtidos e os mapas elaborados evidenciaram o seguinte:

- Os pontos fracos da rede de estradas, demonstrados através das velocidades de deslocação de um concelho para o potencial *hinterland* do porto a que pertence e através dos fenómenos de descontinuidades entre intervalos de valores para concelhos contíguos;
- A rede de estradas favorece mais as deslocações norte-sul-norte do que as este-oeste-este, razão pela qual as faixas de concelhos pertencentes a um certo intervalo de valores aparece como uma curva elipsoidal, achatada de este para oeste.
- A pequena dimensão em área e número de concelhos pertencentes ao potencial *hinterland* dos portos de Lisboa e de Viana do Castelo, quando comparada com a dos restantes 5 portos.
- Embora o potencial *hinterland* do porto de Lisboa tenha uma pequena dimensão em área e número de concelhos (27 concelhos de 278 e 8% da área total de Portugal Continental), é o que apresenta, associado aos concelhos presentes, o maior VAB (48% do total de Portugal Continental) e valor do somatório do valor das importações e exportações (45% do total de Portugal Continental). O mesmo não se passa com o porto

de Viana do Castelo, verificando-se que à reduzida área e número de concelhos que constituem o potencial *hinterland*, se associa um valor baixo de VAB e de somatório de importações e exportações.

- A fronteira dos potenciais *hinterlands* do porto de Lisboa e dos portos contíguos é a única que não se prolonga até à fronteira com Espanha, levando a que dois portos não contíguos – Figueira da Foz e Setúbal – tenham uma linha de fronteira.

- O mapa de Portugal relativo aos custos externos é em tudo semelhante ao mapa dos custos internos nos potenciais *hinterlands* de cada porto. De referir que as linhas de fronteira entre os potenciais *hinterlands* dos portos de Viana do Castelo e Leixões, Leixões e Aveiro, Setúbal e Sines e Setúbal e Figueira da Foz se mantêm inalteradas, contrariamente às restantes. Entre os portos de Lisboa e Figueira da Foz, o concelho de Rio Maior passa do potencial *hinterland* do segundo para o do primeiro. Entre os portos de Aveiro e da Figueira da Foz transitam do potencial *hinterland* do segundo para o do primeiro os concelhos de Seia, Manteigas, Covilhã e Penamacor. Em média, os custos externos são de 42,5% do custo total de utilização de um TRC. O comportamento dos *hinterlands*, quando considerados os custos internos + externos, é similar aos custos considerados isoladamente.

- Sem surpresa, surgem manchas de concelhos no mapa de Portugal Continental da velocidade média de deslocação, indicadoras de falta de boas acessibilidades ao porto a cujo potencial *hinterland* pertencem, como se verifica na ponta oeste do Algarve, zona da Serra da Estrela, Alto Minho (a coincidir com o potencial *hinterland* do porto de Viana do Castelo) e alguns concelhos isolados – Montalegre, Cinfães, Resende, Alvaiázere, Viana do Alentejo, etc.

- A variação positiva até 40% (quer da quantidade de combustível consumido quer do preço) não provoca alterações significativas nos *hinterlands*, para além da mudança de dois concelhos, que passam do *hinterland* do porto de Aveiro para o da Figueira da Foz.

Em relação a algumas alterações ocorridas na rede de estradas nos últimos anos, as conclusões são as seguintes:

- A introdução de portagens nas SCUTs teve um enorme impacto nos potenciais *hinterlands* dos portos de Leixões, Aveiro e Figueira da Foz, em concorrência, com uma abrangência quase generalizada a todos os concelhos, com maior relevância para os do

interior. Os casos mais gravosos verificam-se no interior centro, com concelhos em que o acréscimo do custo interno de deslocação do TRC é superior a 20€ por viagem para o porto a cujo potencial *hinterland* pertencem. No porto de Sines, o impacto existe, mas é de menor dimensão, associado a alguns concelhos do Algarve. Nos potenciais *hinterlands* dos portos de Viana do Castelo, Lisboa e Setúbal não se verificou nenhum caso de alteração de custo por força desta alteração na rede de estradas. Com a introdução destas portagens, o potencial *hinterland* do porto de Aveiro diminuiu em cinco concelhos, com um deles a passar para o porto de Leixões e quatro para o porto da Figueira da Foz.

- A introdução de portagens na A29, via paralela ao litoral, entre os portos de Aveiro e de Leixões, teve um impacto insignificante nos custos internos de deslocação de um TRC dos concelhos situados ao longo da via para os dois portos referidos. Esta alteração na rede não acarretou nenhuma mudança nos potenciais *hinterlands*, ou seja, nenhum concelho transitou de um potencial *hinterland* para outro.

- A entrada em operação da SDI levou a uma alteração nos potenciais *hinterlands*, com o concelho de Figueira de Castelo Rodrigo a passar do porto de Leixões para o porto de Aveiro. A Subconcessão beneficiou sobretudo os concelhos atravessados pelo IC5, sendo os efeitos quase nulos das obras no IP2 (paralelo a uma via já existente – EN 102). Destaque para a diminuição dos custos internos no concelho de Carrazeda de Ansiães (-13%) e Vila Flor (-9%).

- A entrada em operação da SPI (das vias novas já construídas) não levou a nenhuma alteração nos potenciais *hinterlands*. Em relação aos potenciais *hinterlands* e concelhos que os integram, treze concelhos foram beneficiados com a entrada em operação da SPI, com diminuições dos custos internos a variar entre os 2% e os 5%.

- Dentro da SPI, a conclusão do IC8, vinte anos depois do previsto, demonstrou ser o fator fundamental por detrás dos resultados obtidos com a entrada em operação da Subconcessão - mais do que a construção da nova via A13, vulgarmente conhecida pela terceira autoestrada Porto – Lisboa. De recordar que o total de investimento previsto na SPI era de 772 milhões de euros e que a conclusão do IC8 orçou em 43 milhões de euros (5,6% do investimento).

- A entrada em operação da SDL, com a maioria das novas vias portajadas, demonstrou em nada alterar os potenciais *hinterlands* de cada porto, apenas com benefícios da deslocação de um TRC de um concelho para os portos a cujo potencial *hinterland* não pertencem (baseado em custos internos). Os concelhos beneficiados foram vinte, localizados ao longo do vale do Tâmega e vale do Vouga, tendo assim uma alternativa às vias de atravessamento norte-sul da AMP. Para o caso em estudo, o efeito nos concelhos pertencentes à AMP é nulo.

O modelo usado demonstrou ter as funcionalidades adequadas para o estudo que se pretendia fazer e os objetivos do mesmo. Tendo em consideração a riqueza dos dados obtidos, muitas outras análises / simulações poderiam ser efetuadas, das quais se indica:

- i) A entrada em operação de novas vias;
- ii) Simulação da construção de novas vias, beneficiação ou alargamento de vias com alteração da sinuosidade ou das características que permitisse velocidades de deslocação superiores;
- iii) Restrições de velocidade e circulação em pontos específicos da rede causadas por acidente, acidente natural, congestionamento ou obras com supressão de vias ou restrições de velocidade;
- iv) Simulação para outros tipos de carga, de acordo com os terminais existentes nos portos e capacidade de processamento das mesmas, tal como Ro-Ro, graneis sólidos, crude e derivados de petróleo, etc.

Com o uso do modelo e dados obtidos, foi possível apresentar um mapa com um detalhe até ao momento não existente, dos potenciais *hinterlands* dos portos, para os custos internos de transporte rodoviário de cargas contentorizadas. O mapa será análogo para outros tipos de carga, com a mesma matriz O/D e rede de estradas. Fica também identificado o custo de referência, por quilómetro, para o uso de um TRC dos custos internos e externos para a matriz usada.

Capítulo 7 - Conclusões

Os portos constituíram, desde sempre, lugares de transferência de carga ou de pessoas de um modo de transporte para outro. Sempre foram o elo de ligação entre o modo marítimo e o terrestre, o interface entre o mar e os rios, as estradas, a ferrovia.

Nas últimas décadas, a globalização, a eliminação das barreiras alfandegárias, o aumento do tráfego marítimo de mercadorias e um crescimento da contentorização tiveram grande influência sobre o transporte marítimo e as cadeias logísticas.

A contentorização levou a uma homogeneização das cargas e das funções logísticas, com implicação direta nos serviços portuários. Com o uso de uma carga unitizada reduz-se a exigência em relação ao conhecimento específico sob certos tipos de carga, meios de movimentação, estivadores, armazenamento e conservação. Contudo, paralelamente, com uma perda de especificidade face à carga, padroniza-se a forma de a processar e a competição entre portos aumenta, uma vez que se torna fácil substituir um porto por outro para o transporte de contentores. O porto deixa de ser um elo ‘especial’ no transporte de carga e passa a ser um elo ‘simples’ de toda a cadeia logística, facilmente substituível.

Os portos começaram a ser estudados sob novas perspetivas à medida que as cadeias logísticas se alteraram e adaptaram às novas necessidades de mercado. Os portos isolados evoluíram para estruturas perfeitamente interligadas em cadeias de abastecimento. Esta evolução deu-se à custa de desenvolvimentos em diversas direções, tendo em conta as necessidades dos recetores / expedidores de carga. Com uma cadeia de abastecimento mais estendida, os portos passaram a fazer parte do leque de ‘parceiros de negócio’, para além do grupo tradicional das empresas de transporte marítimo, operadores de terminais, despachantes, etc. Os requisitos sobre os serviços prestados pelo porto aumentaram também, desde a acessibilidade física na parte terrestre, capacidade de armazenamento e meios de movimentação, até aos sistemas de informação que permitam a monitorização do fluxo normal da carga. No final, todos

estes fatores, em conjunto ou individualmente, podem ser o motivo de escolha de um porto em detrimento de outro.

No presente, os portos desempenham um importante papel na gestão das cargas e na coordenação dos fluxos de informação, uma vez que a função transporte é parte integrante de toda a cadeia logística. A criação de sinergias e a convergência de interesses dos diferentes atores é o objetivo primordial, assentando nesta estratégia a confiança no porto, continuidade do serviço prestado e níveis de produção. Como em outras áreas de negócio, confiança e produtividade são conceitos relativos que dependem de uma multiplicidade de fatores e de atores. No entanto, um crescimento contínuo do fluxo de carga depende sobretudo das condições físicas do porto, da promoção da intermodalidade e da capacidade organizativa – que são os principais fatores que a autoridade portuária pode promover, conjuntamente com o poder central. A posição competitiva do porto não depende só das suas forças internas (processamento eficaz das cargas e passageiros e a pujança do seu *hinterland*), mas também das suas ligações nas cadeias logísticas. Significa isto que, apesar de um porto poder ter todas as valências necessárias, corre sempre o risco de perder importantes clientes devido às modificações nas redes logísticas globais, novas entradas de operadores logísticos ou escolha de um *hub* diferente. Cada vez mais a competitividade de um porto está dependente de uma coordenação externa, sob a alçada de quem controla toda a cadeia logística.

Com uma cadeia logística a funcionar de ponta a ponta, de porta-a-porta, o transporte terrestre tem bastante relevo, sobretudo ao nível dos custos. O porto começa a jogar a sua competitividade também no *hinterland*, mas a concorrência nos *hinterlands* relativamente aos tráfegos de mercadorias são pouco influenciados por estes, visto que as suas posições dependem de um contexto de mercado que controlam cada vez menos, conforme já referido.

Para a realidade portuguesa, dado o crescente destaque conferido ao transporte de carga em contentor de e para os portos, associado ao facto de ser, na sua maior parte, efetuado pelo meio rodoviário, implica que qualquer mudança nas acessibilidades no *hinterland* se reflita diretamente nas condições de competitividade do porto e na sua forma de efetuar o seu negócio. Este impacto pode ter uma escala meramente local, regional ou

mesmo transnacional / europeia, na concorrência pela posição de elo da cadeia logística de porto principal de entrada / saída para as cargas intercontinentais, nada despiciente.

O modelo desenvolvido e os resultados obtidos permitiram conhecer com uma exatidão ao nível concelhio os custos internos envolvidos no transporte de cargas contentorizadas para os portos. Outras variáveis foram usadas para avaliar os potenciais *hinterlands* dos portos e melhor conhecer a realidade das acessibilidades rodoviárias aos mesmos: custos externos, distância, tempo. Outras variáveis poderão, igualmente, ser manipuladas para o estudo de *hinterlands* relativos às mesmas, tais como o tipo de carga (e custo de transporte associado), relações com o *foreland* (nem todos os portos servem os mesmos destinos), características físicas dos navios (limites físicos dos portos), capacidade em TEUs dos navios versus capacidade de carga/descarga do porto, etc.

O modelo também se mostrou útil para compreender e quantificar algumas alterações ocorridas na rede de estradas nos últimos anos, desde a introdução de portagens em algumas vias até à entrada em operação de novas vias.

Tendo em consideração as escassas alternativas modais ao transporte rodoviário de mercadorias existentes em Portugal, o modelo pode ser estendido numa perspetiva de uso de transporte intermodal, com relações de concorrência entre modos e de uso de diferentes corredores.

A maior limitação deste estudo deriva do facto de as conclusões apresentadas estarem limitadas ao espaço de Portugal Continental e dos 7 portos usados. O uso da escala da Península e dos principais portos espanhóis, com a mesma metodologia representa uma área interessante para futura pesquisa, apesar da enorme base de dados de estradas que será necessário compilar. Esta escala peninsular facultaria uma leitura da concorrência pelos potenciais *hinterlands* entre portos de diferentes países. Para o enorme mercado de Madrid, forneceria informação sobre os custos de transporte para os diferentes portos que funcionam como *hub* e que pretendem garantir a inclusão no seu *hinterland* da capital espanhola.

Apesar desta limitação, o estudo agora apresentado contribui para o avanço do conhecimento sobre os potenciais *hinterlands* dos portos nacionais, com informação pertinente para gestores e entidades estatais ligadas ao sector do transporte marítimo e

terrestre ou para a comunidade académica que se dedica a este campo do conhecimento. Relativamente à comunidade académica, a metodologia utilizada permite não só conhecer os potenciais *hinterlands* para o transporte de contentores como fazer previsões neste contexto de novas vias, alteração nos custos de portagens, simulação de incidentes na rede (como acidentes, vias cortadas, vias com velocidade limitada), alteração da estrutura de custos (variação do preço de combustível, por exemplo), definição de *hinterland* em função da carga / *foreland* / características do porto para receber um dado tipo de navio / etc. Desta forma, será interessante ver esta investigação prosseguir com a aplicação desta metodologia e constatar o aprofundamento do conhecimento, visando o comportamento dos potenciais *hinterlands* em situações distintas.

Os resultados apresentados são um exercício teórico, em condições ideais (de circulação, meteorologia, etc.), sendo que a realidade no transporte de contentores pode ser bem distinto. Na teoria, os potenciais *hinterlands* foram delimitados através de linhas de fronteira com a identificação dos custos. Na realidade, nem sempre o custo é o fator decisivo para a escolha do porto através do qual se expede / recebe carga. O fator tempo pode ser condicionante, como acontece com cargas de bens perecíveis, optando-se assim por um transporte num período de tempo mais curto e com um custo mais elevado. A uma escala europeia, as diferentes localidades podem ser servidas por diferentes cadeias logísticas e por diferentes portos. O decisor pode não possuir toda a informação (hipoteticamente, só num modelo é que a informação será total) e decidir em função do que conhece, das suas preferências ou mesmo por questões estratégicas que nem sempre assentam no fator custo. A definição de um *hinterland* baseado no fator custo ou noutra variável, em condições reais, pode ser um exercício que conduz a um vazio de respostas. Conforme foi indicado nas premissas do modelo, considerou-se que o contentor poderia ser processado por qualquer porto, de / para qualquer destino, sem que o fator tempo fosse condicionante. Na realidade, num dado momento (ou período temporal curto) e contexto de concorrência entre portos, dificilmente se dará a coincidência de todos oferecerem os mesmos serviços, com as mesmas origens / destinos. Também o mercado nesta área sofre das mesmas imperfeições de outros mercados: tarifários diferentes; decisões baseadas em preferências pessoais; falta de informação sobre toda a oferta; influências de certos lóbis (políticos ou corporativos);

decisões não racionais; etc. Conclui-se assim que entre o plano teórico e o real varia o limite do *hinterland* de um porto. Na teoria, com o uso dos custos consegue-se definir o potencial *hinterland*, mas na realidade e como as situações de equilíbrio são instáveis, dependentes do fator tempo e contexto de mercado em cada momento, o *hinterland* é um território que num momento é servido por um porto e num período temporal imediato poderá vir a ser servido por outro.

Seria desejável que os portos portugueses se constituíssem como uma porta de entrada na fachada atlântica para o TMLD e que nos movimentos de troca com a restante Europa crescesse ainda mais o TMCD. Contudo, nem todos os portos têm as mesmas características físicas nem o mesmo posicionamento comercial. Os desígnios das políticas e investimentos seguidos nos últimos anos conferem diferentes posicionamentos a cada porto.

Sines - pelas suas características físicas que permitem o atracar de navios de grande calado e que está infraestruturado com pátios e grandes terraplenos para a movimentação e estacionamento de carga de e para navios de última geração (de transporte de contentores) - começa a afirmar-se como um porto *hub* com baldeação. Seria impensável que o mesmo funcionasse como um *hub* baseado em ligações terrestres, dado que os *hinterlands* dos portos não costumam ultrapassar os 600 Kms, sobretudo quando dependentes das ligações rodoviárias. Caso o desígnio seja Sines funcionar como porto que serve a região de Madrid, a ligação será efetuada por ferrovia e o processamento de carga efetuado junto à capital espanhola numa doca seca.

Ao nível de TMLD, o alargamento do Canal do Panamá (ou novo canal, porque é paralelo ao primeiro, conforme se pode observar na figura 16, que entrou em operação em 2014, permitindo a passagem de navios porta contentores de maiores dimensões, poderá vir a alterar as grandes rotas, sobretudo para as trocas comerciais entre os portos do Pacífico e a Europa. Ganharão assim competitividade os portos situados na fachada atlântica, em competição com a rota através do canal de Suez, no médio Oriente (que depois usava os portos de Grécia, Itália, Espanha para servir diferentes destinos na Europa, nas ligações terrestres e por baldeação para outros portos nesta RM).



Figura 16: Esboço do novo canal com o antigo canal representado em segundo plano. Fonte: www.industrytap.com

Sines já é o principal porto nacional em termos de DWT e de número de TEU processados, com todas as condições para se afirmar como um *hub* e porto de baldeação à escala europeia. Compete para ser a porta atlântica da Europa, visto possuir capacidade para navios de carga de 16 a 18 mil TEUs, afirmando-se como o terceiro porto europeu que permite maiores calados. O seu potencial *hinterland*, de acordo com os resultados do modelo usado, embora extenso em área, tem pouca vitalidade económica. O porto tem uma posição importante na importação do petróleo e do gás, não sendo de ignorar a existência de uma refinaria no concelho de Sines, onde é efetuado a transformação e refinação das ramas. No que diz respeito ao gás, possui a ligação principal à rede de Portugal, tendo assim uma posição privilegiada para este tipo de carga, importada do outro lado do Atlântico.



Figura 17: Esboço corográfico da Subconcessão do Baixo Alentejo. Fonte: www.efp.pt

Ao nível das ligações rodoviárias, a suspensão das obras da Subconcessão do Baixo Alentejo (SBA) durante 3 anos prejudicaram bastante a rede mais próxima que serve o porto. A SBA (figura 17) vai permitir uma melhor ligação às vias que cruzam o Alentejo no sentido Norte / Sul (IC1, A2, IP2) e, através do IP8, será possível ter uma via com melhores características para a penetração para o interior. Nas ligações ferroviárias, a ligação de Sines a Elvas é fundamental para a estratégia de ligação a Madrid, dando outra dimensão ao *hinterland* do porto.

Os portos de Leixões, Lisboa, Setúbal e Aveiro não reúnem as características físicas e de equipamentos para se afirmarem como portos *hub* para o TMLD. No entanto, verifica-se que estão inseridos em redes de TMCD e estão ligados a zonas importantes de importação e exportação de Portugal Continental, com potenciais *hinterlands* de grande dinamismo.

O porto de Leixões tem uma função importante relativamente ao seu *hinterland*, em diferentes tipos de cargas, estando dependente, neste momento, da expansão do terminal de contentores sul para poder aumentar a sua capacidade de processamento deste tipo de carga. Este investimento foi identificado como o de maior prioridade nacional no PETI 3+ (Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas - www.portugal.gov.pt), sendo vital para diminuir os níveis de congestionamento na movimentação de contentores. É de salientar também que o facto de o porto estar localizado na AMP é relevante, quer para o abastecimento a este importante mercado de consumo, quer para a expansão noutras áreas, como a de passageiros, com a recente inauguração do Terminal de Cruzeiros, favorecendo o crescente interesse turístico do Porto.

O porto de Aveiro tem todas as condições para processar carga contentorizada, estando os primeiros operadores a usar este porto, passando a rentabilizar o investimento efetuado na ligação ferroviária. O desenvolvimento deste tipo de carga vai permitir otimizar a capacidade do porto, com relevo para o desenvolvimento das indústrias do centro do país, dado o potencial *hinterland* que o porto tem (de acordo com os resultados do modelo). Este aumento da capacidade de oferta de serviços no *hinterland* respetivo vai permitir aumentar a sua influência no centro de Portugal e estender a mesma ao território espanhol (sobretudo no eixo Salamanca / Madrid). A parceria com

o porto da Figueira da Foz permite, em conjunto, deter o maior potencial *hinterland* entre os portos de Portugal Continental.

O porto de Lisboa, tendo em consideração a localização dos seus terminais entre a malha urbana, deve ser pensado no contexto alargado de serviço e inserção na cidade, respeitando as suas características e posicionamento estratégico e acompanhando o processo de revitalização urbana. O terminal de Alcântara deverá ser aproveitado tendo em consideração as inúmeras unidades produtivas localizadas na margem direita do Tejo. Relativamente ao terminal do Barreiro, constata-se apresentar limitações que merecem estudo.

Entre as orientações estratégicas para o porto de Lisboa, as mesmas terão que ter em consideração:

- A função de *hub* comercial e logístico para com a Área Metropolitana de Lisboa;
- A função de atratividade da cidade de Lisboa como cidade turística e náutica, necessitando de um espaço com escala apetecível para as embarcações de recreio e de um porto de partida e chegada (e não só de escala) para viagens de cruzeiro;
- A integração do porto na cidade, numa lógica de ordenamento e planeamento urbano e paisagístico (seguindo o bom exemplo da vertente de renovação urbana da Expo 98);
- A possível complementaridade e integração funcional entre os portos de Lisboa e Setúbal, visto que parte dos terminais do porto de Lisboa se encontram na margem esquerda, ou seja, na Península de Setúbal. Por outro lado, estes portos são similares na ligação à rede nacional de logística e de transportes, nomeadamente a planeada plataforma do Poceirão.

O potencial *hinterland* do porto de Lisboa, para as ligações rodoviárias, de acordo com os resultados do modelo, embora tenha grande pujança económica, tem uma área reduzida, condicionado nas suas fronteiras pelos portos da Figueira da Foz e de Setúbal. Uma possível explicação para este facto é a própria inserção do porto numa malha urbana extensa, que dificulta o acesso aos terminais, a par de acessos radiais a Lisboa, portajados na sua maioria.

O porto de Setúbal, conforme já referido, poderia aproveitar algumas sinergias com o porto de Lisboa, sendo que o *cluster* automóvel é o que mais anima a sua atividade.

Nessa perspetiva, o crescimento passa pela construção de um novo terminal Ro-Ro que vai permitir ao porto consolidar a sua posição de especialista nesta área, a nível nacional (90% do tráfego Ro-Ro). A Volkswagen Autoeuropa usa em exclusivo este porto, para exportação das viaturas produzidas, com destino à Europa e Ásia, tendo embarques quinzenais diretos à China. O porto conta ainda com várias linhas regulares da Grimaldi, VW Logistics, NYK e Suardiaz, de ligação à Europa, Ásia, Mediterrâneo e EUA.

O porto da Figueira da Foz tem um enorme interesse geoestratégico, sendo o tampão ao *hinterland* do porto de Lisboa a norte e nordeste, devido às excelentes ligações rodoviárias que possui. Sofre de problemas de barra e assoreamento, sobretudo no inverno, que carecem de resolução para que todo o seu potencial possa ser aproveitado e desenvolvido. Em termos de movimentação de carga, atualmente está numa categoria de ‘porto regional’, com uma capacidade anual entre os 500 mil e 5 milhões de toneladas, tendo margem para crescer ligado ao TMCD e à baldeação a partir de outros portos (como o de Sines, por exemplo). Com os investimentos certos, este porto pode ocupar um núcleo especializado com interesse e cobrindo uma vasta área geográfica na zona centro do país.

Dados os calados permitidos, comprimento dos cais e terraplenos disponíveis, este porto não pode ambicionar, sem que sejam feitos avultados investimentos, uma maior posição de destaque ou um grande crescimento da carga que processa. Ao nível rodoviário, as suas excelentes ligações ao *hinterland* derivam da excentricidade do porto em relação à malha urbana e proximidade da A17 e da A14.

O porto de Viana do Castelo apresenta o mesmo problema que o porto de Lisboa, no que diz respeito aos acessos terrestres, embora a uma escala menor – o acesso a parte dos terminais do porto obriga a atravessar a malha urbana. Como o modelo foi limitado a Portugal Continental, desconhece-se qual a extensão que o potencial *hinterland* do porto tem na Galiza. A fronteira do seu potencial *hinterland* com o porto de Leixões (resultante do modelo usado) perde relevo a partir do momento em que os dois portos estão sob a alçada da mesma autoridade administrativa. Ao nível estratégico nacional, em complementaridade com o porto de Leixões, pode desempenhar uma função de

captação de *hinterland* aos portos espanhóis da Galiza, sobretudo os mais importantes no seguimento da linha de costa – Vigo, Marín e Ribeira.

De forma isolada, o porto de Viana do Castelo insere-se na mesma categoria de ‘porto regional’ que o da Figueira da Foz, com capacidade de movimentação de carga entre 500 mil e 5 milhões de toneladas. É relevante o papel do porto para o *cluster* da energia eólica, sendo o porto usado pela ENERCON, que possui duas unidades fabris nas instalações dos ENVC, para fabrico de componentes para aerogeradores eólicos.

Conforme já referido, a introdução de portagens em algumas vias, em 2011 e 2012, tiveram um enorme impacto nos custos de transporte pesado de mercadorias, sobretudo para as deslocações litoral <-> interior. A opção tomada pelo governo então em vigência devia ser reequacionada, com redução ou mesmo abolição dos valores praticados para as classes de portagem que abrangem o transporte pesado de mercadorias. Em vias paralelas à linha do litoral, como a A28 ou a A29, a redução de custos de portagem teria apenas um significado ao nível de custos, enquanto em vias como a A25, A24, A23 ou mesmo na A22, teria ainda o efeito de melhoria da competitividade dos territórios do interior do país e dos concelhos do Algarve, bastante distantes dos portos principais. A eliminação de portagens em certas vias, para os pesados de mercadorias, pode também ser a base da estratégia de expansão de alguns portos portugueses para os territórios espanhóis.

Outra forma de ajudar o sector seria através do desagravamento fiscal sobre o combustível, velha reivindicação dos empresários do transporte pesado de mercadorias. Nos custos de operação, o combustível representa um pouco mais de 1/3, pelo que a diminuição de 10% corresponde a uma alteração de 1,05€ por quilómetro para 1,01€ (referência de custo para as estradas nacionais). Caso o abaixamento seja de 20%, esse custo passa para 0,97€, ou seja, uma diferença de 8 cêntimos, correspondendo a uma variação de 7,62%.

Como recomendação para investigações futuras, enquadrado no âmbito deste estudo, indicam-se as seguintes possibilidades:

- Alargar o espaço geográfico do estudo à escala da Península Ibérica, numa perspetiva de competição entre os portos nacionais e espanhóis;

- Analisar a influência que os custos portuários têm sobre os *hinterlands*, na perspetiva de serem considerados em conjunto com os custos de transporte terrestre (sobretudo na ótica dos mega transportadores) e compreender de que forma as autoridades portuárias têm conhecimento sobre os mecanismos que estão ao seu alcance, no sentido de alargar o seu *hinterland*;
- Identifica os custos associados à operação dentro dos portos, os custos cobrados aos transportadores e os mecanismos para reduzir os mesmos, promovendo o seu interface para o transporte de mercadorias;
- Estudar o custo de transporte entre o ponto em terra e o navio à entrada da barra, para cada unidade de transporte, sendo que o contentor seria, mais uma vez, o indicado como melhor indicador, considerando, assim, os custos associados à dimensão do navio e os constrangimentos de cada porto. Este desenvolvimento do atual estudo forneceria informação relevante para a definição de futuras decisões públicas para investimentos nos portos, sua ampliação, obras na barra de entrada, fundos navegáveis, etc.

A UE continua a ser o maior bloco comercial. Por isso, mais de 80% do que os países que a integram importam ou exportam utiliza o transporte marítimo. Daí a atenção conferida aos portos e à preocupação de os ligar de modo adequado às redes de transporte terrestre, por forma a assegurarem o escoamento e a drenagem da carga por eles transitada.

No atual quadro comunitário de apoio, de 2014 a 2020 (ec.europa.eu), a UE definiu 9 corredores principais (denominados por *Core Corridors*) nas acessibilidades e circulação de mercadorias (ver mapa 51).

O território nacional está ligado através do corredor número 7 (corredor Atlântico), que tem uma ligação norte-sul no eixo Porto / Sines e que se conecta ao território espanhol através de dois eixos, com o primeiro de Aveiro a Salamanca e Valladolid (o chamado corredor internacional norte) e o outro de Sines a Madrid e Valladolid (o chamado corredor internacional sul) daí prosseguindo para Victoria, Bordéus, Paris e Estrasburgo onde se conecta com outros corredores, nomeadamente com o que vai do Mediterrâneo à Grã-Bretanha e Irlanda (número 8), o que vai de Génova a Amsterdão (número 6) e

com o número 9, que cruza a Europa desde Hannover até ao porto de Constância na Roménia. Em Madrid, o corredor número 7 liga ao corredor número 3.



Mapa 51: Os *Core Corridors* no espaço europeu, nos quais a UE vai apoiar investimentos no âmbito do quadro comunitário de apoio, de 2014 a 2020 Fonte: www.railwaygazette.com

O corredor Atlântico permite a ligação dos portos de Algeciras, Sines, Lisboa, Porto e Bilbao com a parte ocidental da França e, depois, com ligações a Havre, Rouen e Paris, até a zona do Reno em Mannheim e Estrasburgo.

Nestes corredores principais é privilegiado a interoperabilidade com enfoque na ferroviária, com a passagem para a bitola *standard* UIC (ou europeia, com 1435 mm entre carris).

Quanto aos portos, estudou-se quais os que manuseavam uma percentagem importante da carga e foram declarados “core”. São os prioritários nos investimentos, pois representam os principais elos de ligação.

Num segundo plano, aparecem os portos classificados de globais (“comprehensive”) que, sendo importantes, têm uma área de irradiação mais restrita e, portanto, ocupam uma posição de precedência, em matéria de financiamento.

Portugal Continental, dentro desta classificação, possui três portos “core”: Leixões, Lisboa e Sines.

Como ao longo dos corredores identificados para servir os portos é promovida a intermodalidade, sendo que tal significa, no caso do corredor 7, a passagem para transporte rodoviário ou ferroviário, os *hinterlands* dos portos carecem de estudo

aprofundado para as duas alternativas. A ferroviária é mais limitada ao nível do acesso direto ao território de *hinterland* (pode, no entanto, ser complementada com transporte rodoviário para / a partir de interfaces de destino que servem esse território), ao que se contrapõe um custo mais baixo e menores impactos ambientais. De igual forma, o TMCD dos portos portugueses para os destinos na Europa devia ser objeto de estudo, em concorrência com os modos terrestres.

Uma vez que a ligação mais a norte do corredor 7 está assente na A25, o uso de portagens nesta via devia ser reequacionado, não estando em consonância com a função que se quer para a mesma. De referir que na identificação dos corredores e investimentos na rodovia para troços condicionantes da mesma, está em curso o processo para conclusão da A25 junto a Vilar Formoso, permitindo assim a ligação ao território espanhol sempre em perfil de autoestrada, sem passagem pelo interior desta vila raiana.

Não se pode ignorar o facto de o corredor 7 e 3 se cruzarem na área metropolitana de Madrid. Este enorme mercado no centro do espaço peninsular tem que ser servido por algum porto. Se para a carga que é transportada de/para o oriente, através do Canal de Suez e depois atravessando o mar Mediterrâneo, os portos de Barcelona (a 610 Km) e o de Valência (a 355 Km) representam a melhor opção, para o tráfego de carga em TMCD com origem/destino no norte da Europa, é o porto de Bilbao que se encontra mais bem posicionado, distando de Madrid cerca de 400 km. Contudo, se a carga provem de uma travessia Atlântica, poderão ser usadas 3 alternativas:

- Os *megahubs* do norte da Europa (Roterdão e Hamburgo, sobretudo) com ligação por TMCD a Bilbao;
- O porto de Algeciras, no sul, que dista cerca de 660 Km de Madrid.
- Os portos portugueses, sendo que Sines dista 670 Km de Madrid, Setúbal 600 Km, Lisboa 630 Km, Leixões 570 Km e Aveiro 520 Km. Para uma ligação rodoviária, apenas Sines se encontra mais distante que Algeciras.

Se a opção for a ferrovia, o porto de Aveiro encontra-se ligado a Madrid desde 2010. O corredor ferroviário Sines/Setúbal/Lisboa – Elvas/Caia é um dos investimentos prioritários no âmbito do QCA 2014/20. A sua conclusão representará um poderoso instrumento de competição com os portos espanhóis para servir Madrid e uma forma de

fazer crescer os *hinterlands* dos portos portugueses, numa lógica de ligação direta ou através da criação de polos logísticos.

No final será sempre o fator custo a ditar as soluções que prevalecerão sobre outras.

Bibliografia

Aavik, A., Kaal, T., Jentson, M.: Use of pavement surface texture characteristics measurement results in Estonia, in *International Baltic Road Conference*, Vilnius, Lithuania, 26-28 August (2013).

Gibson et al., 2014 - Gibson, G., Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Varma, A., and Cox, V. (2014), *Update of the Handbook on External Costs of Transport. Final Report*.

APA - Administração do Porto de Aveiro, SA (2006), *Plano Estratégico do Porto de Aveiro* (Administração do Porto de Aveiro, Ed.). Aveiro.

AT Autoridade Tributária e Aduaneira (2015), “*Regime das Depreciações e Amortizações*.”

Aurell, J. e T. Wadman (2007), “*Vehicle combinations based on the modular concept - Background and analysis*”, Volvo Trucks Report n°. 1/2007 Committee 54: Vehicles and Transports.

Australian government (2005), *Australia’s Export Infrastructure: Report to the Prime Minister by the Exports and Infrastructure Taskforce*, Commonwealth of Australia, Canberra.

Azevedo, M. C., “*Directivas para a concepção de Pavimentos: critérios de dimensionamento, Disposições Normativas realizado pela CAeMD*”, Publicações e Projectos de Engenharia para o INIR (Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, IP).

Baker, H. et al (2009), “*Review of low carbon technologies for heavy goods vehicles – Annex 1, Ricardo – Delivering value through Innovation & Technology*”, Report prepared for Department for Transport – UK.

Barke, M. (1986), *Transport and Trade*, Oliver & Boyd, Edinburgh.

Barnes, G. e P. Langworthy (2003), *The per-mile costs of operating automobiles and trucks - final report*, State and Local Policy Program Humphrey Institute of Public Affairs University of Minnesota, Minneapolis.

Becker, J., T. Becker e J. Gerlach (2012), *"The True Costs of Automobility: External Costs of Cars. Overview on existing estimates in EU-27"*, Dresden, Technische Universität Dresden.

BEES – Board on Energy and Environmental Systems (2006), *"Tires and Passenger Vehicle Fuel Economy: Informing Consumers, Improving Performance"*, Special Report 286. USA.

Berwick, M. e M. Farooq (2003), *"Truck Costing Model for Transportation Managers"*, Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University.

Beuthe, M., F. Degrandt et al (2002), "External costs of the Belgian interurban freight traffic: a network analysis of their internalization", in *Transportation Research*, Part D, Vol. 7, pp. 285-301.

Blauwens G. e Eddy Van de Voorde (1988), "The impact of port choice on inland transportation", in *Maritime Policy & Management*, Vol. 15, No 2, pp. 127-140.

Boarnet, M. (2008), "Transportation Infrastructure and Sustainable Development- New planning approaches for urban growth", in *Access*, No 33, Fall 2008, pp. 27-33.

Bolog G.D., T.M. Karnyanszk (2008), "Optimizarea traseelor de transport", in *Analele Tibiscus, Seria informatica*, Vol II, Fasc.II, pp.75-82.

Bossche, A. (2014), *"Modeling of diverse mechanical and electrical losses in vehicles"*, Electrical Energy Laboratory Ghent University, EELAB, EESA – Gent.

Brooks, M.R. (2004), "The Governance Structure of Ports", in *Review of Network Economics*, No 3(2), pp. 168-183.

Bulai, M. e A. Ursu (2012), "Creating, testing and applying a gis road travel cost model for Romania", in *Geographia Technica*, No 1, pp. 8-18.

Cacho, J. (2012), “Principais Investimentos em Infraestruturas Portuárias em Portugal – um Balanço da última década”, *Comunicação do Presidente da Associação de Portos de Língua Portuguesa*, Lisboa, 18 de Outubro de 2012, no 1.º Congresso de Engenheiros de Língua Portuguesa, Ordem dos Engenheiros.

Capra, Fritjof (1975), *The Tao of Physics: An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*, Shambhala Publications.

Carbon War Room e Trimble (2012), “*Road Transport: Unlocking fuel-saving technologies in trucking and fleets*”, Research Report.

CEDR’s TG Road Safety (Conference of European Directors of Roads), with Breyer, Günter as group leader (2010), “*Safe distance between vehicles*”, Report.

CEN. (2010), Patente N.º EN13306.

CIP – Confederação Empresarial de Portugal (2015), “*Logística em Portugal*”.

Chorley, R. e P. Haggett (1975), *Modelos, paradigmas e a nova geografia*, Livros técnicos e científicos da USP.

COHON (2010), “*Committee on health, environmental, and other external costs and benefits of energy production and consumption*”, U. S. Department of the Treasury.

Comissão Europeia (1996), “*Towards fair and efficient pricing in transport - Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union*”, COM (95)691.

Costa, A. (2005), *Manual do Curso de Gestão de Operações no Transporte Público de Passageiros*, FEUP.

Cullinane, K. (2000), “Economies of scale in large containerships: Optimal size and geographical implications”, Department of Shipping and Transport Logistics, Hong Kong Polytechnic University, in *Journal of Transport Geography*, Vol. 01/2000, No 8(3), pp. 181-195.

Cullinane, K. e D.W. Song (2002), “The Administrative and Ownership Structure of the Port of Hong Kong”, *Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference*, Panamá, 13-15 November.

Dantzig, G. B. (1951), “Application of the Simplex Method to the Transportation Problem,” in T.C. Koopmans (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, John Wiley & Sons, New York, pp. 359–373.

De Borger, B., S. Proost, e K. Van Denker (2008), “Private Port Pricing and Public Investment in Port and *Hinterland* Capacity”, in *Journal of Transport Economics and Policy*, No 42(3), pp. 527–561.

De Langen, P. (2008), “Ensuring *Hinterland* Access: The Role of Port Authorities”, *JTRC OECD/ITF Discussion Paper 2008-11*.

De Langen, P. e A. Chouly (2004), “*Hinterland* Access Regimes in Seaports”, in *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, No 4, pp. 361-380.

De Langen, P. e A. Pallis (2006), “The effects of intra-port competition”, in *International Journal of Transport Economics*, No 33(1), pp. 69-86.

Delucchi, M. e J. Murphy (2008), US military expenditures to protect the use of Persian Gulf oil for motor vehicles, *In Energy policy*, No 36, pp. 2253–2264.

DeRaad, L.W. (1978), “The influence of Road Surface Texture on Tire Rolling Resistance”, *SAE Paper 780257- Presented at SAE Congress and Exposition*, Detroit, Mich., Feb 27-March 3.

Dijkstra, E.W. (1959), “A note on two problems in connexion with graphs”, in *Numerische Mathematik*, No 1, pp. 269–271.

Dong, R. *et al* (2006), “*Proceedings of the First American Conference on Human Vibration, Engineering and Control Technology Branch*”, Health Effects Laboratory Division, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.

EAPA/ Eurobitume (2004), *Environmental Impacts and Fuel Efficiency of Road Pavements – Industry Report*, Brussels, Belgium: Joint EAPA/EUROBITUME Task Group on Fuel Efficiency.

ECORYS (2013), “*Study on Blue Growth and Maritime Policy within the EU North Sea Region and the English Channel*”, Annex III D, Sector Analysis, Deep Sea Shipping.

ECMT (2005), Transport and International Trade, *Conclusions of Round Table 131, European Conference of Ministers of Transport (ECMT)*, Paris.

EEA - European Environment Agency (2013), *Road user charges for heavy goods vehicles (HGV) – tables with external costs of air pollution*, EEA Technical Report n.1/2013, Copenhagen, 2013, 88 p.

EP - Estradas de Portugal, SA (2012), *Caderno de Encargos Tipo Obra*, Almada.

EPA - Environmental Protection Agency (2014), “*Brake and Tire Wear Emissions from On-road Vehicles in MOVES*”, Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality, U.S. Environmental Protection Agency.

Eriksen, K. (1999), Calculating External Costs of Transportation in Norway Principles and Results, *NECTAR Conference in Delft*, Oslo Norway EJTIR.

European Agency for Safety and Health at Work (2011), “*Managing risks to drivers in road transport*”, Working Environment Information – Working Paper.

ExternE (2005), *Externalities of Energy, Methodology 2005 Update*, Edited by P. Bickel and R. Friedrich. European Commission, Directorate-General for Research, Sustainable Energy Systems, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Ferrari, C. e F. Parola (2011), “Measuring the Quality of Port Hinterland Accessibility: The Ligurian Case”, in *Transport Policy*, No 18(2), pp. 382-391.

Fleming, D. A. e A. J. Baird (1999), “Some Reflections on Port Competition in the United States and Western Europe”, in *Maritime Policy & Management*, No 26, pp. 383-394.

Forkenbrock, David (1999), “External costs of intercity truck freight transportation”, *Transportation Research Part A*, No 33(7), pp. 505-526.

Foxcroft, A. (2004), “On the up”, in *Containerisation International*, September, pp. 69–71.

Freight Best Practice Consortium (2008), *The fuel efficient truck drivers’ handbook*, 21 p.

Frémont, A. e P. Franc (2010), “Hinterland transportation in Europe: Combined transport versus road transport”, in *Journal of Transport Geography*, No 18(4), pp. 548-556.

Furnish, Peter e Don Wignall (2009), “*Making the Most of Models - Using Models To Develop More Effective Transport Policies And Strategies*”, Victoria Transport Policy Institute.

Gilbert, J. K., C. J. Boulter e M. Rutherford (2000), “Explanations with models in science education” in *Developing models in science education*, Dordrecht, Kluwer.

Goodyear (2011), “*Factors Affecting Truck Fuel Economy*” – Section nine, Company report.

Gouveral, E., B. Slack e P. Franc (2007), “*Differences and similarities between the short sea and deep sea shipping markets: the lessons to be drawn from the echo survey*”, Transportation Research Board - 86th Annual Meeting.

Grossman, H. et al (2006), “*Maritime Trade and Transport Logistics: Strategy 2030*”, Hamburgisches Weltwirtschafts Institut.

Hapag-Lloyd (2009), “*Brochure Container Specification*”, Hamburg.

Hayuth, Y. (1981), “Containerization and the Load Centre Concept”, in *Economic Geography*, No 57, pp. 160-176.

Heaver, T. (2006), “The Evolution and Challenges of Port Economics”, in *Port Economics: Research in Transportation Economics*, No 16, pp. 11-41.

Heideloff, C. e M. Zachcial (2007), “*Shipping Statistics Yearbook 2007*”, Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL), Bremen, RREEF Research.

Helbling, T. (2012), “*Externalities: Prices Do Not Capture All Costs*”, International Monetary Fund.

His, A. e G. Magnusson (2000), *The significance of various road surfaces properties for traffic and surroundings*, Swedish National Road and Transport Research Institute.

HM Treasury and Dft (2006), “*The Eddington Transport Study: the case for action*”, in HM Treasury/Department for Transport. Sir Rod Eddington’s Advise to Government (Lonton: TSO).

Hoare, A. (1986), “British ports and their export *hinterland*: a rapidly changing geography”, in *Geografiska Annaler*, No 68B (4), pp. 29-40.

Hsu, C. e Y. Hsieh (2004), “Direct versus hub-and-spoke routing on a maritime container network”, *7th Maritime Transportation System R&T Coordination Conference*.

Hughes, D. (2015), “*Has Well Productivity Peaked in the Nation’s Largest Shale Gas Play?*”, Peak Energy & Resources, Climate Change, and the Preservation of Knowledge.

IMTT (2006), “*Portugal Logístico – Rede Nacional de Plataformas Logísticas*”, MOPTC – Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.

Jafari, H. e B. Khosheghbal (2013), “Studying Seaport’s Hinterland-Foreland Concepts and the Effective Factors on Their Development”, in *International Research Journal of Applied and Basic Sciences - Science Explorer Publications*, No 4(5), pp. 1039-1046.

Kelly, Eric Damian (1994), “The Transportation Land-Use Link”, in *Journal of Planning Literature*, Vol. 9, No 2, nov. 1994, pp. 128-145.

Kemme, N. (2013), *Design and Operation of Automated Container Storage Systems*, Physica-Verlag, A Springer Company, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Klink, H. A. e W. Winden (1998), “Towards a new hinterland orientation for Rotterdam: the entrepreneurial port”, Congress of the European Regional Science Association.

Klink, H., A. Van e G. Berg (1998), Gateways and intermodalism, in *Journal of Transport Geography*, No 6(1), pp. 1-9.

Klopfert, F. et al (2010), *CLEVER - Clean Vehicle Research - External Costs - Task 4.1.*, Université Libre de Bruxelles - Centre d’Etudes Sociales et Economiques de l’Environnement (CEESE).

Konings, R. (2005), “Foldable Containers to Reduce the Costs of Empty Transport? A Cost-Benefit Analysis from a Chain and Multi-Actor Perspective”, Delft University of Technology, OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies, Netherlands.

KOTI - The Korea Transport Institute (2001), *Korea’s Macroeconomic Logistics Costs, in 1999*.

Kreukels, T. e E. Wever (1998), “North Sea Ports in Competition” in *North Sea Ports in Transition: Changing Tides*, Royal Van Gorcum.

Kuhn, Axel (2002), *Modelling of sea port hinterland traffic and its integration in trimodal transport networks*, Application-oriented project - Modelling of Large Networks in Logistics.

LaClair, T. J. (2005), “Rolling Resistance” in *The Pneumatic Tire* (J. D. Walter and A. N. Gent, eds.), National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C., pp. 475–532.

Larsson, S. (2009), “*Weight and dimensions of heavy commercial vehicles as established by directive 96/53/EC and the European Modular System (EMS)*”, Regulatory Projects, Brussels.

Lauria, P. (2003), “Benchmarking in an Era of Heightened Accountability & Budget Constraints”, *In Government Fleet*, Juin, pp. 16-21.

Levinson, M. (2006), *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Litman, T. (1999), *Transportation Cost Analysis for Sustainability*, Victoria Transport Policy Institute. Canadá.

Litman, T. (2006), "Transportation Market Distortions", *in Berkeley Planning Journal*, Vol. 19, pp.23.

Litman, T. (2012), *Evaluating Transportation Land Use Impacts - Considering the Impacts, Benefits and Costs of Different Land Use Development Patterns*, Victoria Transport Policy Institute. Canadá.

Luo, M. e T. Grigalunas (2003), “A spatial-economic multimodal transportation simulation model for US coastal container ports”, *in Maritime Economics & Logistics*, No 5, pp. 158-178.

Maibach, M. *et al* (2008), *Handbook on estimation of external costs in the transport sector – Produced within the study internalisation measures and policies for all external cost of transport*, Version 1.1– CE DELFT.

Maribus (2010), “*World Ocean Review 1 – Living with the oceans*”, Published by Maribus in cooperation with Future Ocean.

Martins, G. G. (2011), “*Gestão de resíduos provenientes de veículos em fim de vida - análise da situação no Brasil e em Portugal*”, Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa 89 p.

McCalla, R. J. (1999), "Global change, local pain: intermodal seaport terminals and their service areas", in *Journal of Transport Geography*, No 7(4), pp. 247-254.

Mclean J. e E. Ramsay (1996), *Interpretations of road profile-roughness data: review and research needs*, Arrb transport research.

Meersman, H. e E. Van de Voorde (2009), "*Future Challenges for Port and Shipping Sector*", Informa, London.

MEPAT (1997) - Ministério do Equipamento, Planeamento e da Administração do Território, "*Política Marítimo-Portuária rumo ao Século XXI: Livro Branco*".

Merk, O. e Theo Notteboom (2015), "Port Hinterland Connectivity", *Discussion Paper, OCDE - International Transport Forum*.

Metalla, O. e A. Koxhaj (2013), "Containers and Their Effect in Durres Port", in *Romanian Economic and Business Review*, Vol. 8, No 4, pp. 38-47.

Michele, A. et al (2015), "*Contested port hinterlands: an empirical survey*", Case Studies on Transport Policy.

MOPTC – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações, Secretaria de Estado dos Transportes (2006), *Orientações Estratégicas para o Sector Marítimo Portuário*. Versão para consulta, Lisboa.

Motoda, Y. e M. Taniguchi (2003), "A Study on Saving Fuel by Idling Stops While Driving Vehicles", in *the Proc of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, No 4 (2003), pp. 1335-1344.

Müller-Wenk, R. (2002), "*Attribution to road traffic of the impact of noise on health*", Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL).

Neves, M. (2013), "*O caso do porto da Praia da Vitória (Terceira)*", Políticas Marítimo Portuárias. Encontro da Ordem dos Engenheiros - O Mar e a Engenharia como Pilares do Desenvolvimento da Região Autónoma dos Açores, Apresentação na Ordem dos Engenheiros.

Notteboom, T. *et al* (2014), “*Deliverable 1.1: State Of The European Port System – Market Trends And Structure Update*”, Partim transshipment volumes, ITMMA, UNIGE.

Notteboom, T.E. (1997), “Concentration and the Load Center Development in the European Container Port System”, in *Journal of Transport Geography*, No 5, pp. 99-115.

Notteboom, T.E. (2006), “The Time Factor in Liner Shipping Services”, in *Maritime Economics and Logistics*, No 8, pp. 19-39.

Notteboom, T.E. (2007), “Strategic Challenges to Container Ports in a Changing Market Environment, in *Devolution, Port Governance and Port Performance: Research in Transportation Economics*, M. R. Brooks e K. Cullinane (Eds.), Elsevier JAI Press, Oxford, UK, Vol. 17, pp. 1-10.

Notteboom, T.E. (2008), The relationships between seaports and the intermodal hinterland in light of global supply chains, *European challenges, JTRC OECD/ITF Discussion Paper 2008.10*.

Notteboom, T. (2009), “Complementarity and substitutability among adjacent gateway ports”, in *Environment and Planning A*, No 41(3), pp. 743–762.

Notteboom, T.E. e Rodrigue, J.P. (2004), “*Inland Freight Distribution and the Sub-harborization of Port Terminals*”, ITMMA - University of Antwerp (Belgium) and Department of Economics and Geography - Hofstra University (USA).

Notteboom, T.E. e J.P. Rodrigue (2005), “Port regionalization: towards a new phase in port development”, in *Maritime Policy & Management*, No 32, pp. 297-313.

Notteboom, T.E. e Rodrigue J.P. (2008), “Containerisation, Box Logistics and Global Supply Chains: The Integration of Ports and Liner Shipping Networks. *Maritime Economics & Logistics*”, *Palgrave Journals*.

NRA - National Roads Authority, (2011), “*Project Appraisal Guidelines - Unit 5.2 Construction of Traffic Models*”. Irlanda.

Nylund, N. e K. Erkkilä (2005), “*Heavy-duty truck emissions and fuel consumption - simulating real-world driving in laboratory conditions*”, VTT Technical Research Centre of Finland, Presented at DEER Conference - Chicago, Illinois, USA.

OCDE (2002), “*Impact of Transport Infrastructure Investment on Regional Development*”, OECD Publishing, Paris.

OCDE (1996), “*Towards Sustainable Transportation*”, *The Vancouver Conference - Conference highlights and overview of issues*.

OCDE (2008), Port Competition and Hinterland Connections, *Summary and Conclusions. Of Round Table, 10/11 APRIL 2008*, Paris.

OCDE/ITF (2009), “*Port competition and hinterland connections*”, *Round Table 143, Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) / International Transport Forum (ITF)*, Paris.

OCDE (2011), “*Policy Roundtables: Competition in Ports and Port Services*”, DAF/COMP(2011)14, OECD.

OTREC (2009), “*Co-Evolution of Transportation and Land Use: Modeling Historical Dependencies in Land Use and Transportation Decision Making*”, OTREC-RR-09-08, Oregon Transportation Research and Education Consortium.

Oxford (1982), *Oxford Latin Dictionary*, Edition P.G. W Glare, Oxford. Clarendon Press.

Pastori, E. (2015), “*Modal Share of Freight Transport to and From EU Ports*”, Directorate-General For Internal Policies, Policy Department B: Structural And Cohesion Policies. Transport and Tourism. European Parliament.

Patten, J. et al (2012), “*Review of Aerodynamic Drag Reduction Devices for Heavy Trucks and Buses - Technical Report*”, NRC-CNRC (National Research Council Canada).

Peterbilt Motors Company (2009), “*Presents a white paper on truck aerodynamics and fuel efficiency*”, Company report.

PHH Information Consulting Services (1999), “*Reimbursement for Business Use of Personal Vehicles*”, a Study prepared exclusively for The National Joint Council of the Public Service of Canada, Final Report.

Plompen, W. (2014), “*Establishing Guidelines for Port Hinterland Intermodal Inland Waterway Transport Network Design*”, MSc Thesis. TU Delft. 2014.

Porto Editora (2010), *Dicionário da Língua Portuguesa*.

Ramshorn, Lewis (1989), *Dictionary of Latin Synonymes for the use of Schools and Private Students*, Cambridge University.

Reynaud, C. (2009), ‘Globalisation and its impacts on inland and intermodal transport’, *Forum papers, OECD / ITF, International Transport Forum 2009 – Transport for a global economy, Challenges and opportunities in the Downturn*.

Robinson, R. (2002), “Ports as Elements in Value-driven Chain Systems: the New Paradigm”, in *Maritime Policy & Management*, No 29, pp. 241-255.

Rodrigue, J.P. (2006), “*Port Hinterlands and Maritime Logistics*”, Maritime infrastructure engineering and management program, Rutgers University.

Rodrigue, J.P. (2008), *Written contribution to the JTRC OECD/ITF Round Table on Port Competition and Hinterland Connections*, Paris, 10-11 April 2008.

Rodrigue, J.P. (2013), *The geography of transport systems*, New York, Routledge, 416 p.

Rodrigue, J.P. e T.E. Notteboom (2009), “The Terminalization of Supply Chains: Reassessing the Role of Terminals in Port / Hinterland Logistical Relationships”, in *Maritime Policy & Management*, No 36(2), pp.165–183.

Ronney, P. D. (1990), “*Hydrocarbon-fuelled internal combustion engines: the worst form of vehicle propulsion... except for all the other forms*”, Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Southern California.

RSA - Road Safety Authority (2015), “*Guidelines on Maximum Weights and Dimensions of Mechanically Propelled Vehicles and Trailers, Including Manoeuvrability Criteria*”, Published by the Vehicle Standards Section of the Road Safety Authority – Irlanda.

Sanchez, T.W. (2004), “Land use and growth impacts from highway capacity increases”, in *Journal of urban planning and development, ASCE*, Vol. 130, No 2, June, pp.75-82.

Sanders, F.M. *et al* (2005), “Investment dynamics for a congested transport network with competition: application to port planning”, Delft University of Technology. .” *Paper presented at the 23rd international conference of the System Dynamics Society*, July 17–21, Boston.

Shafizadeh, K. (2002), “*A statistical analysis of factors associated with perceived road roughness by drivers*”, University of Washington, F. Mannering, Purdue University. Research Report.

Sigurbjörnsdottir, K. *et al* (2009), “The socioeconomic impacts of road pricing”, *CEDR (Conference of European Directors of Roads). Report*.

Silva, J., E. Cardadeiro e T. D’alte (2013), “*Revisão do Modelo Contratual e Mecanismos de Regulação do Setor Portuário*”, IMTT – Relatório Final.

Simão, J. (2012), “Gestão da informação na intermodalidade e logística portuária - A solução “Single Window”, Tese de Mestrado em Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal - Escola Superior de Ciências Empresariais.153 p.

Slack, B., J. Debie e E. Gouernal (2007), “Port devolution revisited: the case of regional ports and the role of lower tier governments”, in *Journal of Transport Geography*, Vol. 15, No 6 (2007), pp. 455-464.

SNJ - State of New Jersey (2002), “*Fully Understanding Costs*”.

Souza, M., A. Dodebei, (1993), *Modelos e sistemas em ciência da informação*, Rio de Janeiro, 20 p. (Seminário apresentado à disciplina Linguagem e Ciência da Informação III- Curso de Doutorado em Ciência da Informação).

Strchowiak, H. (1972), *Models in scientific thought: concepts, methods and procedures*, Paris, Unesco, pp.145-166.

Svenson, G. e D. Fjeld (2012), “The influence of road characteristics on fuel consumption for logging trucks”, *International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology - Communication – HVT12*.

Thalenius, J. e K. Rehnström (2002), “*The North European Maritime Container Feeder Market*”, VINNOVA Rapport VR 2002:28.

The World Bank (2007), “*Port Reform Toolkit - The Evolution of Ports in a Competitive World – Module 2*” - Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF).

Tongzon, J.L. (2009), “Port choice and freight forwarders”, in *Transportation Research Part E*, No 45, pp. 186–195.

Transport Canada (2006), “*The Use of Containers in Canada*”, Prepared For Transport Canada by MariNova Consulting Ltd. & Partners.

TRB - Transportation Research Board (2000), *Highway capacity manual*, Committee on Highway Capacity and Quality of Service. National Research Council, Washington D.C., 2000.

TRB - Transportation Research Board (2006), “*Tires and Passenger Vehicle Fuel Economy: Informing Consumers, Improving Performance*”, Special Report 286, Committee for the National Tire Efficiency Study - Transportation Research Board - Board on Energy and Environmental Systems, National Research Council Of The National Academies.

UE (2006), “*Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - Avaliação intercalar do*

Programa de promoção do transporte marítimo de curta distância". [COM(2003) 155 final] {SEC(2006) 922} {SEC(2006) 923}.

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development (2014), "*Review of maritime transport 2014*", United Nations Publication. Review, E

United Nations Economic Commission for Europe (2010), *Hinterland Connections of Seaports*, New York and Geneva. Report.

Van den Berg, L. (1987), *Urban Systems in a Dynamic Society*, (Gower, Aldershot, Hants)

Van Klink, H.A., G.C. Van den Berg (1998), "Gateways and intermodalism", in *Journal of Transport Geography*, No 6, pp. 1–9.

Vasconcelos, A. e C. Pinto (2013), "*Regime contabilístico e fiscal das depreciações e amortizações*", OTOC (Ordem dos Técnicos Oficiais de Contas).

Verhoef, E. (1998), "*Marginal Cost Based Pricing in Transport - Key Implementation Issues from the Economic Perspective*", Free University Amsterdam, paper prepared for IMPRINT.

Verhoeven, P. (2010), "A review of port authority functions: Towards a renaissance?", in *Maritime Policy & Management*, No 37, pp. 247–270.

Viegas, José M. (2000), *A Utilização de Modelos Matemáticos para a Estimação da Procura de Transportes*, Instituto Superior Técnico.

VTPI - Victoria Transport Policy Institute (2009), *Transportation Cost and Benefit Analysis II – Vehicle Costs*. Canadá.

VTPI - Victoria Transport Policy Institute (2012), *Transportation Cost and Benefit Analysis – Barrier Effect*. Canadá.

VTPI - Victoria Transport Policy Institute (2013), *Transportation Cost and Benefit Analysis II – Resource Consumption External Costs*. Canadá.

Western Norway Research Institute, Vestlandforskning, (2012), ‘*Fuel consumption in heavy duty vehicles*’- A report from the Transnova project: Energy- and environmental savings in Lerum Frakt BA.

Wiegmans, B., A. van der Hoest e T.E. Notteboom (2008), “Port and terminal selection by deep-sea container operators”, in *Maritime Policy & Management*, Vol. 35, No 6, pp. 517-534.

Willis, J. R., M. M. Robbins e M. Thompson (2015), “*Effects of pavement properties on vehicular rolling resistance: a literature review*”, NCAT Report 14-07 By National Centre for Asphalt Technology – Auburn University.

Wood, R. M. e Bauer, S. (2003), *Simple and Low-Cost Aerodynamic Drag Reduction Devices for Tractor-Trailer Trucks*, SAE Technical Paper, SOLUS – Solutions and Technologies.

Yuen, A. Basso *et al* (2008), “Effects of Gateway Congestion Pricing on Optimal Road Pricing and *Hinterland*”, in *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 42, No 3, pp. 495–526.

Zaabar, I., K. Chatti (2010), "Calibration of HDM-4 Models for Estimating the Effect of Pavement Roughness on Fuel Consumption for U.S. Conditions”, in *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 10, No 2132, pp. 105-116.

Zegras, C. e T. Litman (1997), “*An Analysis of the Full Costs and Impacts of Transportation in Santiago de Chile*”, Victoria Transport Policy Institute. Canadá.

Zhang, A. (2008), “*The Impact of Hinterland Access Conditions on Rivalry between Ports*”, JTRC OECD/ITF Discussion Paper.

Páginas da Internet consultadas

<http://bca.transportationeconomics.org/> acedido em março de 2014

<http://bigthink.com/> acedido em julho de 2014

<http://blog.aisinsurance.com/> acedido em maio de 2015

<http://ec.europa.eu/> acedido entre março de 2013 e novembro de 2015

<http://ec.europa.eu/eurostat/> acedido de fevereiro de 2015 a agosto de 2015

<http://eur-lex.europa.eu/> acedido em novembro de 2015

<http://www.eex.gov.au> acedido em abril de 2013

<http://energyskeptic.com> acedido em setembro de 2014

<http://grabcad.com/library/mb-actros-container> acedido em janeiro de 2014

https://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/CIRC_2R
acedido em maio de 2013

<http://www.aedourolitoral.pt/> acedido em julho de 2015

<http://www.antrop.pt/> acedido em março de 2013

<http://www.antram.pt/> acedido em março de 2013

<http://www.apdl.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.apvc.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.ascendi.pt> acedido entre junho e julho de 2015

<http://www.astm.org> acedido em maio de 2013

<http://www.autohoje.com> acedido em maio de 2013

<http://www.bellperformance.com> acedido em maio de 2014

<http://www.bellperformance.com/bell-performs-blog/winter-diesel-fuel-mileage> acedido em setembro de 2014

<http://www.blue-cat.biz> acedido em maio de 2012

<http://www.bp.com> acedido em outubro de 2012

<http://www.bpsc.pt/sectorialReports.asp> acedido em março de 2014

<http://www.brisa.pt> acedido em junho de 2015

<http://www.censtatd.gov.hk/hkstat/sub/sp130.jsp?productCode=FA100063> acedido em março de 2015

<http://www.co2prices.eu/> acedido em julho de 2012

<http://www.competitionx.com> acedido em agosto de 2014

<http://www.containerhandbuch.de/> acedido em abril de 2013

<http://www.container-transportation.com/knock-nevis.html> acedido em março de 2015

<http://www.drewry.co.uk/> acedido em janeiro de 2015

<http://www.dieselnet.com> acedido em abril de 2013

<http://www.dunlop.eu> acedido em outubro de 2013

<http://www.earthpoint.us/exceltokml.aspx> acedido entre setembro de 2014 e agosto de 2015.

<http://www.efs.pt> acedido em setembro de 2015

<http://www.eurobitume.eu/> acedido em dezembro de 2013

<http://www.freightbestpractice.org.uk> acedido em março de 2012

<http://www.globalsecurity.org> acedido em maio de 2015

<http://www.hoovers.com/deep-sea-shipping> acedido em agosto de 2015

<http://www.ics-shipping.org/> acedido em fevereiro de 2015

<http://www.imtt.pt> acedido entre março de 2013 e setembro de 2015

<http://www.industrytap.com> acedido em setembro de 2015

<http://www.ine.pt> acedido em abril de 2015

<http://www.infraestruturasdeportugal.pt> acedido em outubro de 2015

<http://www.joc.com> acedido em agosto de 2014

<http://www.lboro.ac.uk/gawc/rb/rb429.html> acedido em março de 2015

<http://www.marineinsight.com/> acedido em julho de 2014

<http://www.michelin.pt> acedido em outubro de 2013

<http://www.moptc.pt> acedido em julho de 2012

<http://www.noticiasdaoficinavw.com.br/> acedido em novembro de 2013

<http://www.nzta.govt.nz/index.html> acedido em janeiro 2014

<http://www.nzta.govt.nz/vehicle/choosing/heavy/selecting.html> acedido em junho 2013

<http://www.otrec.us> acedido em março de 2013

<http://www.otrec.us/project/68> acedido em março de 2013

<http://www.packer3d.com/book/export/html/543> acedido em agosto 2013

<http://www.pneucity.com> acedido em maio de 2015

<http://www.pordata.pt> acedido em junho de 2014

<http://www.portodeaveiro.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.portodelisboa.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.portodesetubal.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.portodesines.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.portofigueiradafoz.pt/> acedido em março de 2015

<http://www.portosdeportugal.pt> acedido em março de 2015

<http://www.portugal.gov.pt/media/1385664/PETI3.pdf> acedido em setembro de 2015

<http://www.priberam.pt> acedido entre janeiro de 2012 e novembro de 2015

<http://www.pwc.pt> acedido em março de 2014

<http://www.railwaygazette.com> acedido em outubro de 2015

<http://www.rjrlaw.com/practice-areas/sc-accident/tractor-trailer-accidents/super-single-tires-fuel-savings-more-accidents/> acedido em setembro de 2013

<http://www.shippingresearch.wordpress.com> acedido em março de 2013

<http://www.sendeco2.com> acedido em junho de 2015

<http://www.statista.com/> acedido em setembro de 2015

<http://www.steertrak.co.uk/> acedido em dezembro de 2013

<http://www.sunearthtools.com/dp/tools/CO2-emissions-calculator.php> acedido em julho de 2012

<http://www.thepolarisgroup.co.uk/pages/what-is-ad-blue.aspx> acedido em julho de 2014

<http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=29> acedido em agosto 2013

<http://www.transolutions.org/reduce-your-carbon-footprint/> acedido em outubro de 2014

<http://www.truck.man.eu> acedido em maio de 2015

<http://www.vtpi.org> acedido em fevereiro de 2014

<http://www.waste-management-world.com> acedido em outubro de 2012.

<http://www.wattnow.org> acedido em setembro de 2015

<http://www.wikimedia.org> acedido em agosto de 2015

<http://www.worldshipping.org/> acedido em fevereiro de 2015

<https://shippingresearch.wordpress.com> acedido em fevereiro de 2014

<https://www.ecb.europa.eu> acedido em julho de 2015

<https://www.tc.gc.ca> acedido em janeiro de 2015

<https://ykalaska.wordpress.com> acedido em agosto de 2015

Decretos-Lei e Regulamentos consultados

Decreto-Lei n.º 522/1985, de 31 de dezembro

Decreto-Lei 196/2003, de 23 de agosto

Decreto-Lei n.º 99/2005 de 21 de junho

Decreto-Lei n.º 122/2005, de 29 de julho

Decreto-Lei n.º 13/2006, de 17 de abril

Decreto-Lei n.º 126/2009, de 27 de maio

Decreto-Lei n.º 136/2009, de 5 de junho

Decreto-Lei n.º 137/2008, de 21 de julho

Decreto-Lei n.º 257/2007, de 16 de julho

Decreto-Lei 144/2012 de 11 de julho

Decreto-Lei n.º 72/2013, de 3 de setembro

Deliberação n.º 1065/2012, de 2 de agosto

Deliberação n.º 585/2012, de 23 de abril

Despacho n.º 10011/2007, de 28 de março

Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2011

Decreto Regulamentar n.º 25/2009, de 14 de setembro

Diretiva 2000/53/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Setembro de 2000

Diretiva 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006

Diretiva n.º 2009/40/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de maio de 2009

Diretiva n.º 2010/48/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de julho de 2010

Regulamento (CE) n.º 1071/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro

Regulamento UE 1222/2009 que entrou em vigor em 2012

Lista de Anexos

Anexo 1 – Considerações adicionais sobre os fatores a serem considerados na escolha de um trator.

Anexo 2 – Fatores que influenciam o consumo de combustível.

Anexo 3 – Custos externos não considerados na gestão das empresas de transporte.

Anexo 4 – Regiões Marítimas.

Anexo 5 – Mapa dos concelhos de Portugal Continental.

Anexo 6 – Mapa de Estradas de Portugal Continental.

Anexo 7 – Lista de pórtricos introduzidos nas SCUTs.

Anexo 1 – Considerações adicionais sobre os fatores a serem considerados na escolha de um trator

Há uma grande lista de fatores a ter em consideração na escolha de um trator, de acordo com o tipo de serviço a que se destina. Os fatores podem ser divididos em:

- a) Contexto de funcionamento e *layout* do veículo;
- b) O desempenho do veículo;
- c) Saúde e segurança;
- d) Manutenção;
- e) Aparência

De acordo com a Agência Nacional de Transportes da Nova Zelândia (www.nzta.govt.nz), a lista exaustiva de itens a considerar na compra de um trator será a seguinte:

- a) Contexto de funcionamento e *layout* do veículo
 - Total de quilómetros estimados que serão percorridos a cada ano.
 - Tipo de carga a ser transportada.
 - Tipo de localização base a partir da qual vai operar (depósito principal ou depósito secundário).
 - Acessibilidade às áreas de carga / descarga.
 - Número de motoristas que utilizarão regularmente o veículo.
 - Viagens de ida apenas ou com regresso.
 - Carga máxima prevista e média.
 - Utilização média diária prevista de utilização do veículo.
 - Carga média diária a transportar.
 - O veículo será utilizado em terreno montanhoso, fora de estrada, estradas congestionadas, etc.?
 - O veículo terá que usar equipamento adicional, como um guindaste?
 - Veículo será usado para efetuar reboque?
 - Veículo vai ser usado no mesmo tipo de serviço durante toda a sua vida útil?
 - Veículo será obrigado a cumprir todas as exigências de um sector específico da indústria (por exemplo, tanque de produtos petrolíferos)?

- Tipo de corpo do veículo necessário para transportar a carga?
- Acessórios para fixação da carga
- Qual é a melhor configuração do veículo para a tarefa pretendida?
- Quais são as dimensões esperadas ou a respeitar?
- Os limites de peso e altura para cumprir com um SRT (static rollover threshold) viável?
- O centro de gravidade do veículo é baixo e facilita a condução?
- Quais são as cargas previsíveis por eixo?
- Qual será o peso máximo da carga ou o peso máximo de carga a rebocar?
- Como é que a configuração do veículo pode afetar as taxas rodoviárias que terá que pagar (exemplo: portagens)?
- Que tipos de especificações funcionaram melhor em operações anteriores?

b) O desempenho do veículo

- Local onde o veículo será utilizado - montanhoso ou plano
- Inclinação das subidas que, previsivelmente, o veículo terá que superar (declives)?
- O veículo terá utilização fora de estrada (off-road)?
- Qual é o principal tipo de pavimento de estrada em que o veículo circulará?
- Quais são os extremos de temperatura em que o veículo operará?
- Quais são os ventos dominantes nas estradas em que circulará?
- Opção de motor, totalmente eletrónico (fly by wire)
- Tipo de transmissão, (sincronizada, não-sincronizada, *constant mesh*, automática, semiautomática)
- Relações finais da transmissão
- Escape (quanto maior for a contrapressão, maior será a quantidade de combustível usado)
- Ventiladores de refrigeração (ventiladores de velocidade variável dimensionados de acordo com os requisitos da função a desempenhar)
- Tamanho do tanque de combustível (tanques para quantidades excessivas de combustível reduzem a capacidade de carga útil e aumentam os custos de funcionamento)
- Persianas do radiador
- Auxiliares de travagem (travão de motor ou *retarder*, tipo de retarder)
- Tipo de freios (ABS, EBS ou convencional - tambor versus disco)
- Tipo de equipamento auxiliar a ser utilizado quando o veículo estiver parado.
- Limitador de velocidade
- Monitorização *on-board* do veículo
- Com ou sem 'cruise control'?
- Tipo de suspensão (molas pneumáticas ou de lâminas?)
- Tipo de pneu (super simples ou rodas duplas?)
- Qual o padrão de banda de rodagem dos pneus

- Central de monitorização da pressão dos pneus
- Tração montada no eixo dianteiro ou com transmissão ao eixo traseiro.
- Cubos e rolamentos das rodas convencionais ou de baixa manutenção.
- Tipo de cabine (cama completa, cabine de dia, cabine larga. Cabine sobre o motor vs. convencional)
- 'Dress Up' com deflectores.
- Ar condicionado
- Tipo de assentos
- Necessidade dos motoristas receberem formação específica para utilização do veículo.

c) Saúde e segurança

- Sistema de travagem, incluindo ABS, EBS, tipo de discos versus tambores, etc.
- Proteção 'Under-run' (barras laterais, traseira e dianteira)
- Os cintos de segurança
- Faixas refletoras
- Resistência da cabine ao impacto (para o padrão ECE R29)
- Visibilidade dos espelhos quer nas laterais quer para a parte de trás do veículo. Sistemas de desembaciamento dos espelhos.
- Acesso à cabine para o motorista
- Ajustes dos assentos
- Conforto do motorista
- O *layout* da cabine
- O espaço de armazenamento na cabine
- Dispositivos de fixação da carga
- Equipamento de elevação, tais como plataformas elevatórias

d) Manutenção

- Os intervalos de manutenção
- Custo de serviço e peças
- Lubrificantes
- Pacote incluído de apoio de manutenção (caso a marca tenha a manutenção em outsourcing)
- Tempo de serviço previsto para os rolamentos vedados.
- Disponibilidade de peças
- Fiabilidade e duração prevista dos componentes
- Compatibilidade com outros veículos da frota
- Conhecimento dos técnicos que efetuam as reparações

- Custo da manutenção durante o ciclo de vida esperado

e) Aparência

- Estilo do veículo
- Decoração (publicidade)
- Preferência Motorista
- Promoção da marca ou empresa
- Requisitos do cliente
- Imagem geral

Um trator pode ser adquirido às marcas correntes no mercado europeu, que são a seguir indicadas bem como a respetiva cota do mercado de pesados em 2013 (www.statistica.com):

- DAF Trucks (16,3%)
- Iveco (8,5 %)
- MAN (16,3%)
- Mercedes-Benz (24,1%)
- Renault Trucks (8,8 %)
- Scania (10,4%)
- Volvo Trucks (11,8 %)

A configuração (relação da cabine com o compartimento do motor) mais corrente na Europa, à venda pelas diferentes marcas é a designada *cabover*, ou seja *cabine over engine* (COE), em que o compartimento do motor se situa por baixo da cabine de condução do motorista/pernoita. Esta configuração, quando comparada com a mais usada nos E.U.A. (modelo convencional ou *normal control*), apresenta uma maior dificuldade de acesso ao compartimento do motor para reparação e manutenção, uma vez que a cabine vai bascular sobre um sistema de dobradiças para permitir acesso ao compartimento do motor, o que, dependendo do modelo, nem sempre permite as melhores condições de acesso à parte da frente do motor. Os COE têm também uma grande superfície frontal com maior atrito aerodinâmico. Como aspeto positivo, os COE

permitem camiões mais curtos, com reboques mais compridos (logo mais capacidade de carga), dentro das dimensões máximas legais. Por outro lado, têm maior manobrabilidade (devido à menor distância entre eixos) e permitem ao motorista uma melhor visão da estrada do que as unidades convencionais. Ficam a perder para as unidades convencionais em termos de conforto para o motorista, condições de segurança em caso de colisão e obrigam a esvaziar a cabine caso seja necessário efetuar uma reparação.

Em relação às cabines, a escolha pode ser feita levando-se em conta três aspectos:

- Em primeiro lugar, a real necessidade de um tipo de tipologia de cabine de acordo com o serviço a executar. No transporte internacional é normal usar as cabines de 'cama completa', que permitem que o(s) motorista(s) durma(m) no veículo. Em veículos para serviços de curto prazo, tais como trabalhos de construção e obras públicas ou curta viagem das mercadorias, é usado a cabine simples ou *day cab*. No transporte de contentores, a nível regional (viagem até 500 Km), são usadas cabines simples ou cabines estendidas.
- Segundo, o volume adicional associado, que irá influenciar a aerodinâmica do veículo. Quanto maior for a cabine, maior a sua exposição aerodinâmica, obrigando ao uso de defletores aerodinâmicos para diminuir o coeficiente de resistência aerodinâmica.
- Em terceiro lugar, o peso próprio da cabine, que aumenta com o tamanho da mesma e o equipamento presente, influenciando a tara do veículo e fazendo aumentar a necessidade do binário do motor para vencer a própria massa associada e respetiva força estática.

Uma especificidade deste tipo de veículos é o sistema de travagem. Os TRC usam ar comprimido em vez de fluido hidráulico para fazer atuar os travões, dadas as grandes forças que estão envolvidas na travagem. O uso de mangueiras de ar comprimido facilita bastante o processo de acoplamento e desacoplamento do semirreboque do trator, além de reduzir potencialmente os problemas associados a sistemas hidráulicos, tais como perdas de líquido por fuga e a falha de todo o sistema de travagem quando ocorre o sobreaquecimento do fluido, o que leva à sua vaporização no sistema hidráulico - a falha mais comum em sistemas de travagem é a de fadiga dos travões,

quando os tambores ou os discos e respetivas linhas de transmissão sobreaquecem devido a uso excessivo.

O travão de estacionamento e o travão de emergência do semirreboque são travões atuados por uma mola, que é acionada pelo sistema de transmissão da ‘ordem’ de travagem, que funciona com ar comprimido. Os travões de mola têm duas câmara-de-ar incorporados, um para libertar a mola (quando é fornecido ar comprimido ao sistema) e o outro para aplicar a potência de travagem (quando se retira ar comprimido do sistema). Este é um dispositivo de segurança que assegura que mesmo que haja uma falha no sistema de ar comprimido o veículo vai parar, em vez de continuar sem travões, tornando-se incontrolável.

Os controlos do semirreboque são acoplados ao trator através de dois conectores *gladhand*, que fornecem pressão de ar e um cabo elétrico, que fornece energia para as luzes e todos os outros dispositivos especializados do semirreboque.

Outra característica de travagem dos TRC é o travão de motor, que poderia ser igualmente considerado um travão de compressão ou travão de escape ou a combinação de ambos. No entanto, o uso do travão de compressão por si só produz um ruído alto e distinto. A fim de controlar a poluição sonora associada, verifica-se que há zonas geográficas onde o seu uso foi proibido ou restringido, especialmente em áreas residenciais. A vantagem de usar o travão de motor em vez dos sistemas de travões convencionais é que um camião pode descer um longo percurso sem sobreaquecer os travões das rodas. Alguns veículos também podem ser equipados com retardadores hidráulicos ou elétricos que têm uma vantagem de um funcionamento quase silencioso.

A transmissão e sistema de desmultiplicação de potência do motor, vulgarmente conhecida por caixa de velocidades, são também diferentes dos veículos ligeiros. Os camiões mais antigos têm uma caixa de velocidades dupla, normalmente com 4 ou 5 mudanças na caixa de velocidades principal e 3 ou 4 mudanças na secundária. Poderá ter assim um sistema de relação de potência do motor entre 12 a 20 mudanças possíveis.

Devido à grande variedade de cargas que um semirreboque pode transportar, os camiões costumam ter uma transmissão manual para permitir que o condutor tenha o máximo de controlo possível. No entanto, todos os fabricantes de camiões oferecem transmissões

semiautomáticas (caixas de velocidades manuais, com mudança de marcha automática), bem como transmissões automáticas.

As transmissões de camião podem ter apenas três velocidades para a frente ou algo como 18 velocidades para a frente (mais 2 velocidades para trás). Com recurso a um grande número de relações de transmissão, o motorista pode operar o motor de forma mais eficiente. Os modernos motores a gasóleo, concebidos para viagens longas, sobretudo em autoestrada, são projetados para fornecer o binário máximo num intervalo estreito de rotações por minuto do motor ou RPM (geralmente entre as 1.200 e as 1.500 RPM). Se tiver mais relações de transmissão, o motorista pode manter o motor na sua faixa ideal de rotações, independentemente da velocidade e das condições da estrada, levando a um menor desgaste dos órgãos mecânicos e menor consumo de combustível.

Uma transmissão manual de dez velocidades, por exemplo, é controlado por meio de uma caixa padrão em 'H' - caixa de seis ranhuras, semelhante à existente em viaturas ligeiras com cinco/seis velocidades - cinco para a frente e uma marcha atrás. Caixas com engrenagens de seis a dez relações de desmultiplicação são comandadas por um divisor de baixa gama/alta gama; as primeiras 5 relações estão na baixa-gama e de 6 a 10 na alta-gama, utilizando o mesmo padrão de troca. Uma transmissão Super-10, por outro lado, não tem divisor de gama, usando alternadamente a alavanca da caixa e um botão, para engrenagem das relações (a alavanca para a 1-3-5-7-9 e o botão para a 2-4-6-8-10). As caixas com 13, 15 e 18 relações de desmultiplicação têm o mesmo padrão de funcionamento, mas incluem um botão de divisão para permitir rácios adicionais.

O consumo do combustível e as poupanças que se possam efetuar são objeto de muitos estudos, com diversos exemplos de campos de atuação, como os seguintes exemplos, retirados de Baker *et al* (2009): o uso de pneus de baixo perfil e rodas de alumínio podem proporcionar uma economia de até 3% sobre as alternativas convencionais; o *cruise control* pode economizar até 6% nos custos de combustível e uma transmissão automática pode significar até 8% na economia de combustível; sistemas de gestão de energia para processos de inatividade, como o *start and stop*, já comum em veículos ligeiros, bem como iniciativas de gestão de rota (gps em tempo real) podem também produzir uma economia significativa.

Anexo 2 – Fatores que influenciam o consumo de combustível

A2.1 Condução em cidade versus condução em autoestrada

A localização das estradas onde o veículo vai operar condiciona fortemente o consumo de combustível. Os extremos acontecem, pelo mínimo, em autoestrada e pelo máximo, em vias urbanas.

Para viagens urbanas, que consistem numa condução de pára-arranca, uma percentagem significativa da energia disponível (cerca de 2/3) é perdido em operações de espera durante as paragens, as travagens e marcha lenta na corrente de tráfego ou situações de congestionamento (Motoda e Taniguchi, 2003; TRB – Transportation Research Board, 2006). Para uma condução urbana, apenas 10% a 15% da energia do combustível é transmitida efetivamente como potência para as rodas (TRB, 2006). Numa condução em autoestrada as perdas com paragens são muito baixas e existe uma maior eficiência na utilização do motor (consequentemente também no uso da energia), cerca de 20% da energia chega especificamente às rodas (TRB, 2006).

De acordo com o Caderno de Encargos do E.P. (EP - Estradas de Portugal, 2012), as normas a que tem de obedecer um projeto de uma autoestrada são mais restritivas do que as que são aplicadas em outras vias de hierarquia inferior, no que diz respeito aos alinhamentos de segmentos de reta, amplitudes das clotóides e gradientes admissíveis. Estas características físicas e de implantação na via na orografia do espaço que atravessa vão condicionar fortemente o consumo dos veículos. Daí, haver uma melhor média de consumo em relação à condução em vias urbanas. Para além das características físicas das vias, pode também ser apontado como influentes no consumo e na condução o facto de as vias urbanas terem uma maior descontinuidade de fluxo, com semáforos, interseções, passadeiras para peões, bem como uma maior probabilidade para se apresentarem congestionadas.

Desta forma, a localização da estrada influencia o consumo de combustível. Como se pode constatar nas publicações sobre veículos das diferentes marcas e outras publicações especializadas, as estimativas indicadas para viaturas ligeiras e pesadas são efetuadas para condução em autoestrada, meio urbano e é também indicada uma média de consumo. As condições de 100% de condução em cidade levam a um consumo de

combustível cerca de 35% superior, em média, às de condução em autoestrada (Barnes e Langworthy, 2003). Casos de congestionamento extremos levam a valores ainda mais elevados de consumo.

A2.2 Gradientes e curvas

De acordo com o dicionário da Priberam (www.priberam.pt), o gradiente é a taxa de variação de uma grandeza física, ao longo de uma dimensão espacial e numa direção. O gradiente de inclinação é o resultado do total de ganho altimétrico dividido pela distância percorrida. Pode ser expresso em ângulo de radianos ou em percentagem.

No caso de veículos a circular numa estrada, a resistência do gradiente manifesta-se sempre que o veículo está a subir, sendo uma força contrária ao movimento. Nas descidas, funciona a favor do movimento, sendo que, nas acentuadas, pode levar à utilização dos sistemas de imobilização do veículo para diminuir a velocidade instantânea.

Quando um veículo se desloca para cima, uma componente do seu peso trabalha num sentido oposto ao seu movimento. Se não for fornecida energia para superar essa força com sentido oposto, o veículo irá abrandar, a sua velocidade irá passar o valor zero e continuar para velocidade negativa, com o veículo a rolar para trás. Se o veículo está a subir, com uma inclinação de θ , o peso do veículo, P tem dois componentes: uma perpendicular à superfície da estrada (com um valor $P \times \cos \theta$) e a outra ao longo da superfície da estrada (com um valor $P \times \sin \theta$), conforme se pode observar na figura 18. O componente ao longo da superfície da estrada é a que tenta restringir o movimento.

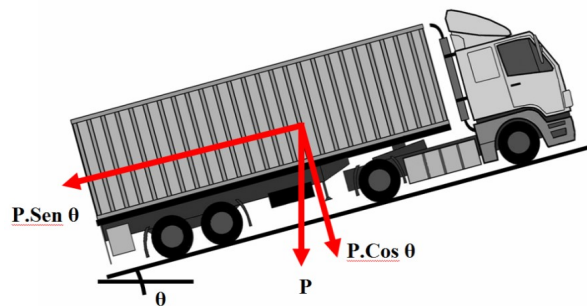


Figura 18: Forças que atuam sobre um veículo circulando em plano não horizontal.

A resistência do gradiente é dada por: $F_g = P \times \sin \theta$

Os percursos lentos e tortuosos através de terrenos montanhosos prejudicam bastante o consumo do combustível. Contudo, de acordo com Svenson e Fjeld (2012), não há uma correlação direta entre o gradiente da estrada e o consumo de combustível. No gráfico seguinte percebe-se que, para valores de gradiente superior a zero, aumenta o consumo do combustível, mas para valores menores que zero, o consumo diminui – e se uma estrada num sentido sobe, no outro sentido desce, ou seja, fazendo o balanço de uma deslocação de A para B e depois de B para A, o consumo médio, com as subidas e as descidas, será similar ao consumo de uma deslocação A-B-A em plano horizontal.

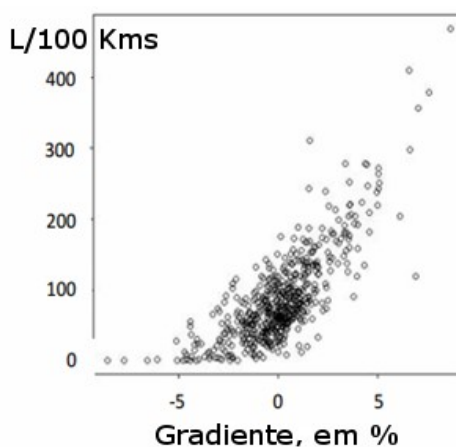


Gráfico 24: A influência do gradiente da estrada no consumo de combustível para viaturas pesadas de transporte de produtos florestais, em estradas da Suécia. Fonte: Svenson e Fjeld (2012).

De acordo com Bolog e Karnyanszky (2008), a velocidade da viagem é diretamente influenciada pela impedância - conjunto de fatores que impedem uma viagem ideal na rede de estradas - e que são:

- Tipo de veículo;
- Limitações legais de velocidade;
- Linearidade (sinuosidade) e declives longitudinais da estrada;
- Número de localidades na estrada e seu comprimento;
- Volume de tráfego;
- Condições meteorológicas.

Quando se analisa individualmente os fatores de impedância definidos por Bolog e Karnyanszky (2008), percebemos que alguns deles são quase impossíveis de ser tomados em consideração, num processo de simulação (o volume de tráfego e condições meteorológicas são fatores aleatórios e dinâmicos). O volume de tráfego define o funcionamento de todo o sistema de transporte que vai além do estudo das redes. Os dados de declives longitudinais e a linearidade podem ser levantados para pequenas secções de estradas, mas torna-se num trabalho moroso e fastidioso, difícil de concretizar numa rede de estradas a uma escala maior.

A velocidade ideal numa estrada é afetada de forma preponderante pela linearidade e gradientes. A linearidade normalmente expressa-se através da sua oposta - a sinuosidade.

A sinuosidade é um conceito amplamente usado em hidrologia, para caracterizar o grau das curvas, os acidentes geomorfológicos que caracterizam um rio, ou seja, para estudo da sinuosidade dos canais hidráulicos (redes hidráulicas, bacias hidráulicas, etc.). A sinuosidade pode ser expressa por uma fórmula matemática, em que se divide a distância entre dois pontos (seguindo um caminho real) pela distância em linha reta (caminho ideal) entre os mesmos pontos. O valor da divisão dá o índice de sinuosidade.

Temos assim que a sinuosidade, índice de sinuosidade ou coeficiente de sinuosidade de uma curva continuamente derivável (que tenha pelo menos um ponto de inflexão) é a razão entre o comprimento curvilíneo (ao longo da curva) e a distância entre os pontos de extremidade da curva (em linha reta), ou seja, em hidrologia ou no estudo de uma rede de estradas, esta quantidade adimensional é obtida pela mesma expressão.

Assim,

$$IS(i, j) = D_r / D_l,$$

em que $IS(i, j)$ é o índice de sinuosidade, D_r é a distância real, D_l é a distância linear entre os pontos i e j .

Na teoria, o valor varia de 1 (caso da linha reta) para o infinito (caso de um circuito fechado, onde o comprimento do caminho mais curto é zero) ou para um caminho real infinitamente longo. Em estradas, o índice de sinuosidade varia entre estradas sem curva nenhuma, (valor de 1) que são linhas retas e valores que podem chegar aos 10, o que

representa um caminho verdadeiramente sinuoso. Estradas com um elevado índice de sinuosidade implicam baixos valores de velocidade para o cálculo do tempo de viagem.

Numa rede de estradas, o comprimento observado é facilmente calculado para a rede rodoviária real. Para calcular o comprimento em linha reta, generaliza-se a cada segmento de estrada a medição entre os seus pontos extremos, independentemente do comprimento total.

Transformar o índice de sinuosidade num coeficiente de impedância pode ser mais complicado, pois não segue uma distribuição linear.

Bulai e Ursu (2012) referem que pode ser tomado a seguinte equação quadrática para calcular o Coeficiente de Impedância da Sinuosidade (CIS) a partir do Índice de Sinuosidade (IS)

$$CIS = 0,11 \times IS^2 - 0,639 \times IS + 1,5283.$$

tendo em conta que:

- Para valores inferiores a 1,02 de IS se pode considerar a estrada como linear (IS = 1);
- Para um IS superior a 3 a velocidade não diminui mais do que 45% da velocidade máxima legal da estrada, sem condicionantes de sinuosidade e de atravessamento de localidades.

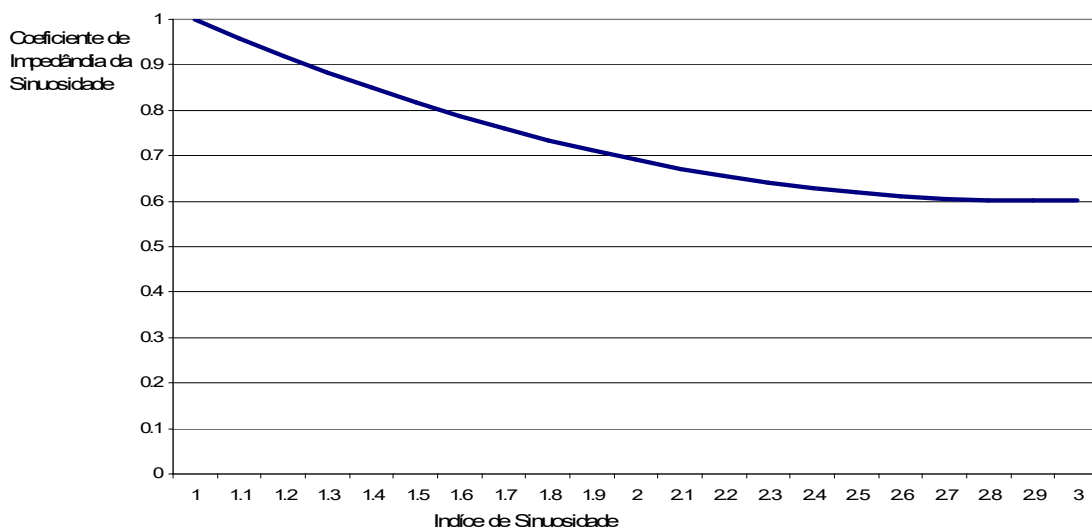


Gráfico 25: As correlações entre o índice de sinuosidade do troço de estrada e o índice de impedância da sinuosidade.

No gráfico anterior é representado a equação quadrática, para valores do Índice de Sinuosidade entre 1 e 3.

Conforme já foi referido, o declive ou gradientes têm também bastante influência na velocidade, mas costuma estar correlacionado com a sinuosidade. A origem da sinuosidade da estrada está diretamente relacionada com a morfologia das zonas que a estrada percorre, intimamente ligada a declividade.

Considerando que o gradiente da estrada e a sua influência na velocidade está traduzido através do índice de sinuosidade (Bulai e Ursu, 2012), virá que a velocidade média de viagem estimado em cada troço de estrada (com o veículo a circular à velocidade máxima legal permitido em cada troço), dependendo das suas propriedades geométricas e qualitativas será dada por:

$$\text{Velocidade real} = \text{Velocidade máxima legal} \times \text{CIS}$$

Com o comprimento real de cada troço de estrada e a velocidade estimada de viagens, pode-se obter o tempo médio de viagem em cada seção, onde

$$t = d / v$$

com

t = tempo (segundos)

d = distância (metros)

v = velocidade (metros por segundo)

Assim, obtém-se duas características quantitativas do custo de viagem em estradas - distância e tempo de viagem.

Svenson e Fjeld (2012), num estudo com camiões de 60 toneladas, para transporte de produtos florestais na Suécia, chegaram a uma função de consumo de combustível dependente de duas variáveis – IRI (International Roughness Index- Índice de Irregularidade Longitudinal de uma estrada) da estrada e gradiente da estrada (G).

A expressão é a seguinte:

$$\text{Consumo combustível (litros)} = 46,19 + 22,33 \times G + 1,47 \times G^2 + 7,70 \times \text{IRI}$$

A partir da expressão indicada, os autores concluíram que 77% da variação do consumo de combustível pode ser explicado pelas variações das duas variáveis indicadas (gradiente e IRI).

Como foi referido no início deste ponto, a obtenção dos gradientes de uma rede de estradas é difícil de ser efetuado, mas a variação do consumo de combustível está muito ligado ao gradiente, pelo que através do índice de sinuosidade e sua conversão em índice de impedância, se consegue uma forma mais expedita para calcular esta influência.

A2.3 Pavimentos das estradas

O pavimento da estrada tem implicações tanto na resistência ao rolamento como nas perdas de energia na suspensão do veículo, que influenciam o consumo de combustível.

Entre outras características, a relevante para a questão sob investigação é a textura, que pode ser classificada da seguinte forma (Aavik *et al*, 2013), de acordo com o seu comprimento de onda (resumido na tabela 34):

1. Microtextura - associada a asperezas no pavimento, às unidades individuais do agregado que foi usado na mistura betuminosa usada na camada de desgaste da via.
2. Macrotextura - relacionada com o tamanho das partículas, espaçamento e engajamento das partículas do agregado sobre a superfície do pavimento.
- 3 Megatextura - resultado da prática da construção da estrada. Como o seu comprimento de onda é da mesma ordem de grandeza que o comprimento da área de contato do pneu, pode criar interações de contato indesejáveis estrada-pneu. Quando aparecem áreas isoladas de megatextura, podem ser derivadas da presença de raízes de árvores sob o pavimento, depressões, perda de agregado do pavimento, juntas de dilatação, grandes buracos, aplicação de remendos e grandes deslocamentos e fissuras.
4. Rugosidade – são irregularidades que correspondem à gama de frequência que provoca o movimento na suspensão do veículo, a diferentes velocidades. Uma baixa rugosidade pode ser usada como um bom indicador da condição do pavimento. Quando

o pavimento é novo, existe rugosidade de acordo com os processos de construção e de qualidade, mas ao longo do ciclo de vida tende a aumentar, como um resultado do efeito combinado da carga de tráfego e fatores ambientais.

Características do Pavimento	Gama de frequência	
	Comprimento de onda	Número de ciclos (ciclo/m)
Microtextura	< 0,5 mm	>2000
Macrotextura	0,5 a 50 mm	20 a 2000
Megatextura	50 a 500 mm	2 a 20
Rugosidade	0,5 a 50 mm	0,02 a 2

Tabela 34: Comprimentos de onda e números de ciclos para as diferentes classificações da textura de uma estrada. Fonte: Aavik *et al*, 2013.

De acordo com Mclean e Ramsay (1996), numa estrada, para um veículo a circular à velocidade legal superior (80 km / h para um camião pesado), os comprimentos de onda curtos (menos de 3 metros) vão induzir respostas de oscilação da roda a partir da suspensão (a massa da roda saltará entre o amortecimento do movimento suportado pelo pneu e pela suspensão). Para rugosidade entre 7 a 28 metros de comprimento de onda, será o corpo do veículo que salta sobre a suspensão. O ressalto vertical da carroçaria do veículo, induzido por uma superfície de estrada irregular, é absorvido pelos amortecedores que transformam a energia cinética em calor. Uma vez que todo o sistema é alimentado por combustível (que é a única fonte de energia), uma estrada irregular, com um grande impacto na carroçaria do veículo (com grande oscilação vertical) pedirá mais energia do que uma estrada mais suave, (mantendo-se constantes todas as diferentes condições, num caso e no outro).

De diversos estudos sobre pavimentos, as principais conclusões retiradas são:

- a) A resistência ao rolamento é principalmente o resultado da textura, mas também o longo comprimento de onda implica um aumento de resistência ao rolamento, o que significa mais energia, mais combustível (Lopex, 2010).

- b) Uma estrada com uma macrotextura áspera pode aumentar o consumo de combustível em 7%, em oposição a uma com macrotextura suave (Willis *et al*, 2015).
- c) O consumo de um veículo depende das características da superfície da estrada, até um máximo de variação de 12% (EAPA / Eurobitume, 2004).
- d) O efeito da textura diminui com o aumento do raio do pneu e aumento da pressão dos pneus. Assim, o efeito relativo da textura sobre a resistência ao rolamento para camiões é muito menor do que para os automóveis (Willis *et al*, 2015).

A estrada pode também contribuir para a resistência ao rolamento, através de processos de deflexão ou de deformação sob o peso da carga nas rodas. Como a energia é perdida dependerá muito da rigidez do leito da estrada e das camadas base, sub-base e características do próprio pavimento. Estradas de terra e em gravilha chegam a deformar-se o dobro de estradas pavimentadas com outros materiais, embora o aumento da resistência ao rolamento também aumente (DeRaad, 1978). No entanto, a maioria da circulação de veículos ocorre em superfícies pavimentadas (nos países da Europa), que podem variar na sua rigidez estrutural, dependendo das camadas de sobreposição, bases e subleito.

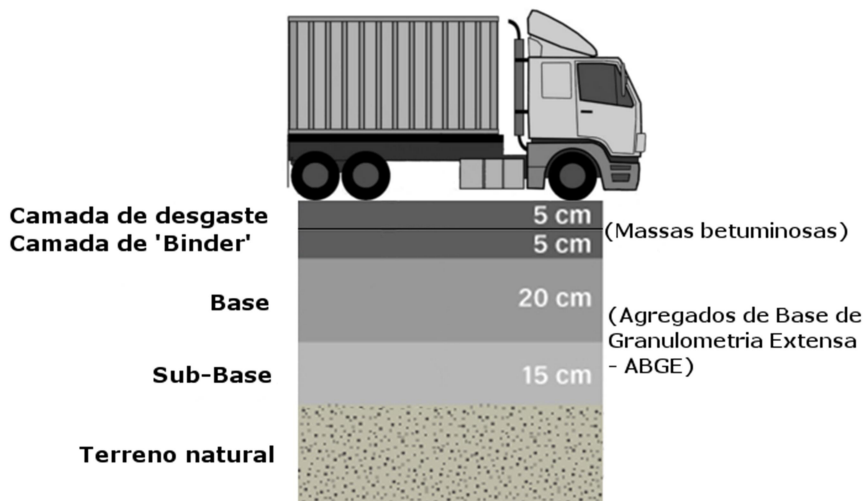


Figura 19: Camadas típicas constituintes do pavimento de uma estrada.

Na figura 19, ilustra-se uma das muitas soluções de camadas de estrada. A espessura das camadas pode variar, bem como a rigidez das mesmas, dependendo dos constituintes usados (de acordo com a Disposição Normativa do INIR relativa a pavimentação - Azevedo, *sem data*).

Ainda de acordo com as Disposições Normativas do INIR, os pavimentos mais rígidos (ou não deformáveis) tendem a ser aqueles com uma camada de superfície à base de massas de betão reforçado, seguido por superfícies de massas betuminosas sobre uma base de betão (ou solo-cimento), e superfícies de massas betuminosas sobre britas e bases de solo compactado. A rigidez das diferentes camadas de massas betuminosas depende da quantidade e do tipo de betuminoso utilizado em relação aos agregados usados na massa e de condições ambientais tais como a temperatura. Uma massa betuminosa modificada com betume e borracha (muitas vezes derivados da borracha moída de pneus em fim de vida) irá deformar mais sob carga e, portanto, cria menor resistência ao rolamento do que pavimentos betuminosos mais duros.

A rede de estradas nos países desenvolvidos oferece uma qualidade que garante a sua utilização para o tráfego de veículos motorizados. Se esta utilização pode ser vista, sob estas condições, como uma constante, é possível definir diferentes níveis de utilização dependendo da duração da viagem. Uma estrada com rugosidade leva a velocidades de circulação reduzidas (levando a tempos de viagem mais longos entre dois lugares), ou por causa da vibração do veículo (que afetará também o motorista) ou porque o motorista julga que o veículo possa ser danificado se circular a uma velocidade maior (Mclean e Ramsay, 1996).

Foram realizados estudos relativos a escolhas (Shafizadeh, 2002) entre estradas irregulares, mas curtas e estradas mais suaves, mas mais longas, sem resultados conclusivos. A razão para esta falta de resultados reside no facto de a preferência por uma determinada alternativa rodoviária não depender apenas da relação entre desigualdade de textura e a distância. Depende também da tolerância do motorista à vibração, das suas expectativas acerca das diferentes alternativas rodoviárias disponíveis e como as mesmas afetam os custos operacionais dos veículos - expressos no desgaste do veículo, desgaste dos pneus, consumo de combustível, a beleza da

paisagem, as diferenças na experiência de condução, tempo disponível para a viagem etc.

Pode concluir-se que o pavimento da estrada tem uma grande influência sobre o consumo dos veículos, devido à sua textura, influenciando a velocidade de circulação e o desperdício de energia que pode haver (ou não) para um veículo circular. No gráfico seguinte apresenta-se a relação entre a variação do consumo de combustível e a variação do IRI. O cálculo do IRI segue a norma de ensaio ASTM E 867-06 (www.astm.org), seguindo um conceito de rugosidade em que se calcula o desvio de uma determinada superfície relativamente a uma superfície teórica perfeitamente plana.

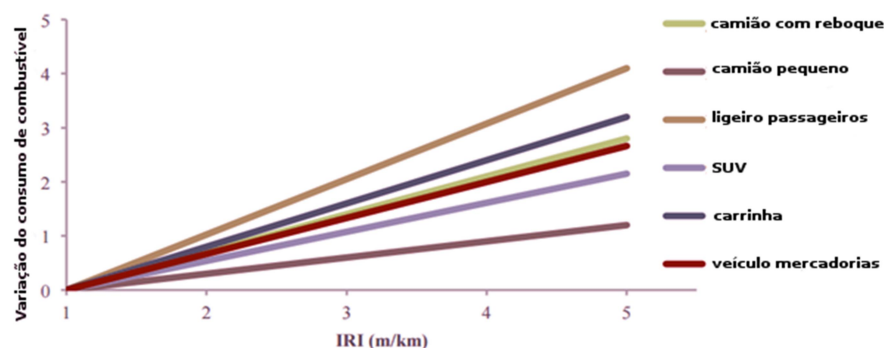


Gráfico 26: Efeito da rugosidade do pavimento no consumo de combustível (adaptado de Zaabar e Chatti, 2010).

A2.4 Resistência ao rolamento dos pneus

A resistência ao rolamento dos pneus depende de uma multiplicidade de fatores: desenho da superfície do pneu, tipo de borracha usada, pressão dos pneus, carga que suporta, etc. (LaClair, 2005). Na gestão de operações corrente de um TRC, sempre que se torna necessário as substituições dos pneus, os fatores referidos devem ser tidos em conta para a escolha dos pneus novos, mas é na condução do dia-a-dia que a resistência ao rolamento dos pneus deve ser monitorizada. Pneus que funcionem com a pressão de enchimento correta oferecem menor resistência à circulação, melhorando a economia de combustível, a estabilidade do veículo e reduzindo o risco de acidentes.

A economia de combustível de um veículo é o resultado direto da sua resistência total ao movimento. Isso inclui superar a inércia (Lei de Newton), o atrito da linha de transmissão de potência, a inclinação da estrada, a resistência dos pneus ao rolamento e a resistência do ar (atrito aerodinâmico). As forças enunciadas estão assinaladas na figura 20. A fim de oferecer o mesmo nível de desempenho, os veículos com maior massa requerem mais energia (e mais combustível) do que veículos com menos massa. Veículos pouco aerodinâmicos requerem mais energia do que os veículos aerodinâmicos com baixo atrito aerodinâmico.

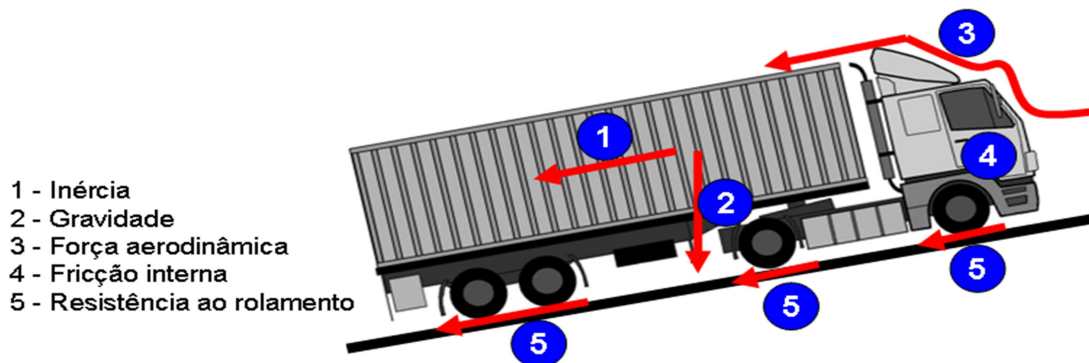


Figura 20: Forças de resistência que atuam sobre um veículo em movimento.

O rolamento contínuo das rodas deforma e dissipa energia, sendo uma das 5 forças de resistência que atuam no veículo. A resistência ao rolamento do pneu é definida como a força necessária para manter o movimento para a frente de um pneu colocado em linha reta, a uma velocidade constante. Será assim, de acordo com as leis da física, um obstáculo que cada veículo tem de superar para o transporte da carga para os seus destinos. A resistência ao rolamento dos pneus é uma força, medida em quilogramas de resistência.

Os pneus são feitos principalmente de borracha. BEES - Board on Energy and Environmental Systems (2006) refere que a resistência ao rolamento dos pneus é causada pelas propriedades viscoelásticas naturais da borracha, juntamente com os componentes internos do pneu, em constante flexão, alongamento e recuperação nos seus ciclos de carregado / descarregado (ciclo carregado quando está em contacto com o pavimento e descarregado quando deixa de haver contacto). O pneu também tem a função de amortecimento para conforto de condução. A desvantagem deste material é que existe uma grande perda de energia na forma de calor, de forma repetida, à medida

que o pneu se deforma e recupera a sua forma durante a rotação, com o efeito da carga aplicada. A borracha apresenta fisicamente uma combinação do comportamento viscoso e elástico. Um material puramente elástico é aquele em que toda a energia armazenada no material durante a aplicação da carga é devolvida quando a carga é retirada e o material recupera rapidamente a sua forma. Um material puramente viscoso, por outro lado, não armazena energia de deformação e toda a energia necessária para deformar o material é simultaneamente convertida em calor. No caso de um material viscoelástico, uma parte da energia armazenada é recuperada após a remoção da carga, enquanto a restante é convertida em calor. A perda de energia em cada ciclo de deformação e recuperação do pneu é a histerese. Neste caso particular, há também a histerese induzida pela deformação da superfície da estrada. Hoje em dia, as estradas têm boas superfícies pavimentadas, que se deformam muito pouco sob a carga transmitida pelo pneu, por isso, a deformação do pneu é o principal responsável pela histerese.

O contribuinte final da resistência de rolamento dos pneus é a interação da banda de rodagem com a estrada. A banda de rodagem e as suas camadas subjacentes normalmente representam cerca de 2/3 da resistência ao rolamento de um novo pneu, enquanto a parede lateral e área de junção à jante representam o restante 1/3 (LaClair, 2005).

No regulamento UE 1222/2009 que entrou em vigor em 2012, relativo à etiquetagem de pneus, a resistência ao rolamento é expressa com classificações de ‘A’ a ‘G’, informando acerca do nível de desempenho da eficiência de consumo de combustível relativo. ‘A’ representa o melhor nível de prestação do pneu na sua categoria e o ‘G’ representa a pior prestação.

No gráfico seguinte mostram-se os resultados de testes em laboratório realizados pela Goodyear (2011), para determinar o efeito da pressão sobre a resistência ao rolamento de um pneu típico nas medidas 295 / 75R22.5 (com referências G159, G167, G114 e de pneus radiais de camião). Estes dados laboratoriais foram utilizados para calcular o efeito correspondente da pressão sobre o consumo de combustível de um trator-reboque típico, à velocidade de 90 Km / h numa autoestrada plana. O efeito da pressão sobre o consumo de combustível, por cada eixo, também foi estudado.

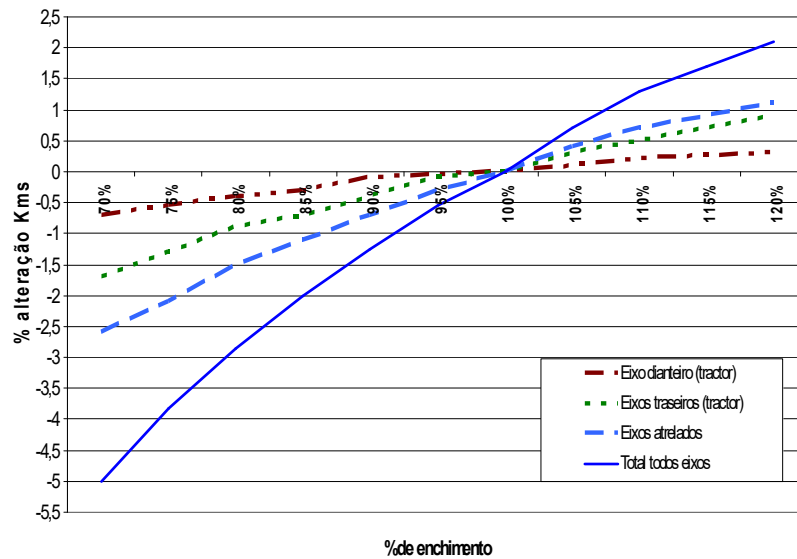


Gráfico 27: Pressão de enchimento de pneus radiais em TRCs vs. mudança de quilómetro por litro. Fonte: Goodyear (2011).

Conclui-se que uma forma eficaz e simples de minimizar a resistência ao rolamento é uma condução com pneus na pressão correta e devidamente alinhados. Se for com pneus de baixa resistência ao rolamento, o resultado final será ainda melhor.

Dado o efeito que a pressão errada dos pneus pode ter no consumo de combustível, é normal ver TRC equipados com sistemas de monitorização, em tempo real, da pressão de cada pneu.

De um modo geral, a resistência ao rolamento do pneu cai moderadamente conforme a temperatura dos pneus passam do frio (em situação de repouso) para condições normais de funcionamento, já que a pressão aumenta com a temperatura e quando a mesma estabiliza, após um intervalo de tempo, a resistência ao rolamento também se mantém constante.

Estima-se que, para veículos pesados de mercadorias, 20% a 30% do consumo de combustível seja usado para superar a resistência ao rolamento em condução urbana, passando para 30% a 40% na condução em autoestrada (Patten *et al*, 2012).

A2.5 Condições do tráfego

Se a localização da estrada influencia o consumo de combustível, as condições de tráfego na mesma desempenham um papel semelhante.

Sem a ocorrência de incidentes e acidentes, uma estrada pode-se apresentar congestionada em certos períodos de tempo durante o dia e descongestionada noutros, ou pode sofrer de variações sazonais de congestionamento (por exemplo, em virtude de um evento desportivo, acesso a zonas turísticas, etc.).

Analisando o Caderno de Encargos do E.P. (2012), sempre que se inicia um projeto para construção de uma estrada, há uma pergunta que tem que ser respondida – qual o nível de serviço pretendido para a via a projetar e construir, num dado horizonte temporal de tempo de serviço? O dimensionamento da infraestrutura não é feito apenas por critérios de capacidade para satisfazer a procura, mas tem também em conta o desempenho esperado que possa vir a ter. Este destina-se a garantir certas condições de escoamento do tráfego, que têm exigências diferentes, dependendo da importância que se deseja atribuir à estrada a projetar e construir.

O Highway Capacity Manual (HCM – TRB, 2000), que é a referência para os níveis de serviço, seja qual for o tipo de infraestrutura (estradas em áreas rurais, estradas urbanas, cruzamentos, caminhos pedestres, etc.), estabelece seis níveis de serviço designado pelas letras de A a F. O nível de serviço 'A' corresponde a um sistema muito bom, de livre escoamento das condições de tráfego. Como as condições de tráfego se vão degradando da letra A para a F, condições de circulação ainda estáveis correspondem aos níveis B e C, sendo atribuído o nível D quando o escoamento do tráfego se aproxima da instabilidade. Quando as condições do nível de serviço e de escoamento já estão muito perto do regime instável, com registo de tráfego elevado perto do limite da capacidade da via, atribui-se o nível de serviço E. Quando o regime de escoamento atinge o excesso de saturação, o que corresponde a situações de congestionamento, é atribuído um nível de serviço F.

Uma autoestrada é dimensionada para que os veículos que nela circulem o façam com um nível de serviço A ou B, dentro dos limites de velocidade legal, à velocidade a que cada condutor queira conduzir.

Outras estradas de classificação inferior são dimensionadas e estão em operação com níveis de serviço menores, o que influencia negativamente o consumo de combustível, com maiores perdas de tempo, mais paragens – arranque.

Conclui-se assim que há uma relação direta entre o nível de serviço e a via em que se circula - os níveis de serviço (condições de tráfego) em áreas urbanas ou vias de hierarquia inferior implicam mais paragens, mais descontinuidade física das vias, mais congestionamentos e maior propensão para acidentes.

A2.6 Estação do ano

As estações do ano, com as suas características intrínsecas de meteorologia, têm influência no consumo do combustível.

Para os países com clima mediterrânico (clima 'temperado mediterrânico' e 'mediterrâneo') e clima oceânico (clima 'oceânico' e clima 'temperado marítimo'), como Portugal e Espanha, existem extremos meteorológicos no verão e no inverno.

De acordo com o Freight Best Practice Consortium (2008), o desempenho de um veículo pode ser, nos meses de inverno, até 10% menor do que nos meses de verão. As condições associadas ao inverno requerem uma maior utilização de equipamentos auxiliares, tais como luzes de nevoeiro, sistemas de aquecimento, desembaciamento, etc. No inverno, é normal os veículos circularem com condições atmosféricas adversas, com rajadas de vento, precipitação, neve e/ou gelo, o que pode levar a condições de condução difíceis. Já num verão quente, o grande desafio é manter o veículo e a cabine do condutor a uma temperatura baixa, quer em circulação quer nas paragens para descanso.

Outro aspeto importante relacionado com o inverno – o frio e a deposição de água no chão - é o aumento do atrito dos pneus e do atrito aerodinâmico.

No verão, as temperaturas elevadas reduzem a resistência dos pneus ao rolamento (Goodyear, 2011). As altas temperaturas também reduzem a densidade atmosférica, resultando em menor atrito aerodinâmico. No entanto, a economia de combustível em veículos equipados com motores sem turbo pode ser adversamente afetada por

temperaturas elevadas, o que tenderia a anular alguns dos ganhos resultantes do menor atrito dos pneus e menor atrito aerodinâmico (Bossche, 2014). A utilização do veículo com tempo frio tem um efeito oposto: o atrito dos pneus e o atrito aerodinâmico aumentam em ambientes com temperaturas mais baixas. A maior eficiência térmica dos motores de combustão interna com uma baixa temperatura ambiente geralmente é anulada por tempos mais longos de aquecimento no arranque da viatura e os períodos ao ralenti, que permitem manter a temperatura da cabine em condições de conforto para o motorista, durante os períodos de paragem (Goodyear, 2011).

O Western Norway Research Institute (2012) efetuou estudos de variação do consumo de combustível, como variável dependente e a estação do ano foi usada como fator ou variável independente. Chegaram à conclusão que há uma clara variação sazonal no consumo de combustível, sendo o efeito dos meses de inverno altamente significativa. A análise de regressão com o consumo de combustível como dependente, nos meses de inverno, demonstrou que o consumo de combustível é, em média, mais elevado 0,40 litro por 10 km.

Para além do indicado, nos mercados em que há diferenciação entre gasóleo de verão e de inverno, a mudança da 'fórmula de verão para a 'fórmula de inverno" pode contribuir para um aumento no consumo de cerca de 3% (www.bp.com e www.bellperformance.com). No entanto, essa diferenciação não existe no mercado português, em que a fórmula é a mesma, independentemente da estação do ano.

A2.7 Tipo de condução

O tipo de condução tem uma grande influência sobre o consumo de combustível, uma vez que as alterações na cinética e grandezas de movimento (aceleração e velocidade) envolvem a utilização de energia.

Alguns exemplos:

- a) De cada vez que um motorista desce uma relação na caixa de velocidades, aumenta o consumo de combustível. Uma condução devidamente planeada ajuda a reduzir o número de vezes que a caixa de velocidades é utilizada. Manter

um veículo em movimento, mesmo a uma velocidade diminuta, requer um menor uso de combustível do que imprimir movimento a um veículo que estava parado (com planeamento, poderá ser possível manter o veículo em marcha, levando a menor recurso à caixa de velocidades e poupança no combustível).

- b) A velocidade também tem um efeito negativo na economia de combustível devido ao aumento do atrito aerodinâmico. Uma simples redução da velocidade média de 90 Km/h para 80 Km/h acarreta uma poupança de cerca de 22% no combustível (Freight Best Practice Consortium, 2008).
- c) Em camiões modernos, com controlo eletrónico de injeção de combustível, quando o pé é retirado do acelerador, o combustível para de entrar na câmara de combustão. O veículo ainda está em movimento, mas sem utilização de combustível; a velocidade do veículo ainda lhe permite subir e descer colinas em itinerários acidentados sem o uso do acelerador - usando apenas a dinâmica do veículo (momento cinético dos eixos).
- d) Sempre que uma engrenagem é alterada, há um aumento momentâneo de combustível entre 10% e 30%. Tal também acontece com a utilização dos travões: travagens bruscas gastam mais combustível, dado que há um desperdício de energia convertido em perdas térmicas nos sistemas de travagem e de atrito entre pneus e o pavimento (Freight Best Practice Consortium, 2008).

A partir dos exemplos anteriores, conclui-se que a experiência do motorista e a formação em técnicas de condução, segurança, bem como a adoção de um estilo de condução associado com a filosofia de "condução defensiva" tem grande impacto no consumo de combustível.

A2.8 Consumo final de um modelo de trator

Tal como acontece com qualquer outro veículo, um trator novo, quando é adquirido, pode ser escolhido entre diferentes marcas, com diferentes tipos de motor, acessórios, aerodinâmica, etc. Assim, de acordo com as características dos veículos, da sua idade, estado de conservação e manutenção, o consumo de combustível pode variar.

O consumo normal médio para um veículo com um semirreboque carregado com um contentor estará entre os 2,75 e 3 Km por litro (valores de referência dos diferentes catálogos dos modelos das diferentes marcas que comercializam tratores). Este consumo poderá ser maior se o motor do veículo não estiver adequado para a carga que tem de transportar e os atritos que tem de vencer.

Mesmo sem considerar outras variáveis para além do motor, para a mesma deslocação, é normal as marcas referirem consumos diferentes. Deste modo, para além do atrito externo, do desenho do motor e da tecnologia utilizada, também a capacidade de transformar a energia potencial do combustível em energia útil e o atrito interno do motor vão influenciar o consumo final de um dado modelo.

Mesmo sem considerar outras variáveis além do motor, para a mesma deslocação, de acordo com Nylund e Erkkilä (2005), as variações no consumo de combustível entre veículos de uma mesma categoria de peso são surpreendentemente grandes e podem chegar até aos 16%.

A2.9 Alinhamento

De acordo com os elementos técnicos presentes na página da Michelin (www.michelin.pt) e da Dunlop (www.dunlop.eu) e publicação técnica da Goodyear (2011), pode-se concluir que o alinhamento das rodas do eixo dianteiro, principalmente, e dos outros eixos tem influência na direção, desgaste dos pneus e consumo de combustível.

Ainda de acordo com as fontes referidas, há quatro fatores que contribuem para o correto alinhamento dos eixos do veículo:

- i. Equilíbrio de rodas - rodas e pneus devem ser equilibrados, uma vez que giram em torno de um eixo. Caso girem de forma desigual, a banda de rodagem dos pneus desgasta-se de forma desigual e excessivamente, causando oscilação da roda e vibrações no volante, provocando um desgaste anormal do veículo e dos pneus.

- ii. Alinhamento do eixo de direção - o desalinhamento dos eixos de direção causa desgaste excessivo de pneus do veículo e outros componentes. Os pneus tendem a absorver o desalinhamento da direção, levando a um desgaste desigual entre pneus do mesmo eixo, normalmente por processos de aumento de atrito de um dos lados, com redução da vida útil do pneu.
- iii. Pressão dos pneus - pressão incorreta dos pneus pode reduzir drasticamente a vida do pneu e pode causar a sensação do veículo a 'puxar' para um lado, na direção.
- iv. Convergência e divergência - como as rodas giram normalmente para a frente, elas próprias são um elemento de controlo da direção do veículo. Caso não haja um alinhamento paralelo das mesmas (há uma tolerância mínima da mesma, em graus), quer por convergência para o interior da parte dianteira da roda (convergência ou *toe-in*) quer para o exterior (divergência ou *toe-out*), tal significa um atrito extra entre pneu e pavimento (figura 21). Sempre que este ajuste não é correto, a borracha é raspada em toda a banda de rodagem dos pneus (pela parte mais externa ou mais interna), encurtando a sua vida útil e afetando o seu manuseio.

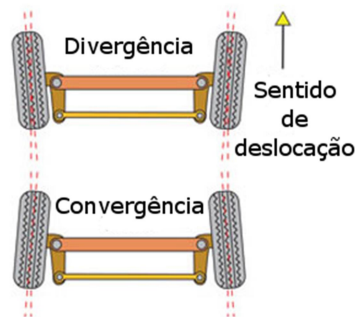


Figura 21: Convergência e divergência da direção de um veículo. Fonte: www.competitionx.com

De acordo com a Steertrak, o consumo de combustível pode ser prejudicado entre 0 e 18% devido a fatores que combinam falhas no alinhamento.

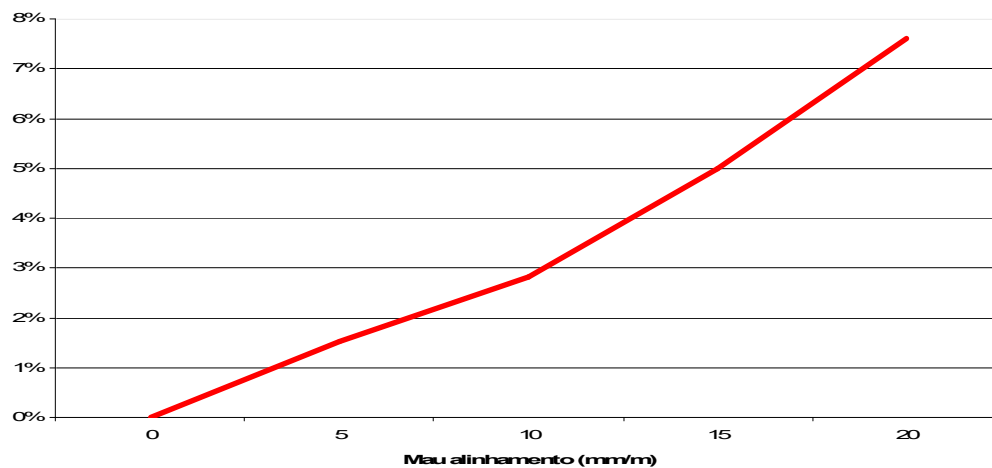


Gráfico 28: Impacto do alinhamento da direção no consumo de combustível. Fonte: www.steertrak.co.uk.

A2.10 Aerodinâmica

A potência necessária para um veículo manter uma determinada velocidade deriva da carga total do veículo. Quanto maior a carga, mais potência é necessária. O atrito externo global do veículo pode ser dividido em dois componentes principais: atrito aerodinâmico e atrito dos pneus (Goodyear, 2011; Wood e Bauer, 2003).

Pode-se concluir que tanto o atrito aerodinâmico como o atrito dos pneus são influenciados pela velocidade do veículo (gráfico 29), pois a velocidade faz parte da equação de cálculo da força de atrito aerodinâmico (elevada ao quadrado) e no cálculo do atrito dos pneus a força do atrito tem direção contrária à força que anima o veículo (diretamente relacionada com a velocidade).

Um veículo que viaja a velocidades elevadas e tem uma grande área frontal vai usar menos combustível, se equipado com equipamentos de *styling* ajustados corretamente ao seu corpo aerodinâmico, relativamente a outro, que não os tenha. Num TRC, certos dispositivos *add-on* são capazes de reduzir o atrito aerodinâmico do conjunto, conforme indicado na figura 22. Muitos tratores articulados possuem defletores de ar ajustáveis montados no teto. Estes dispositivos ajudam a manter um fluxo de ar 'colado' ao longo dos lados do semirreboque. Estes dispositivos devem ser colocados de forma a orientar o fluxo de ar sobre o ponto mais alto do semirreboque ou carga. Para cada dez

centímetros da frente do semirreboque exposta ao fluxo de ar, o consumo de combustível vai piorar 0,043 km / litro (Goodyear, 2011).

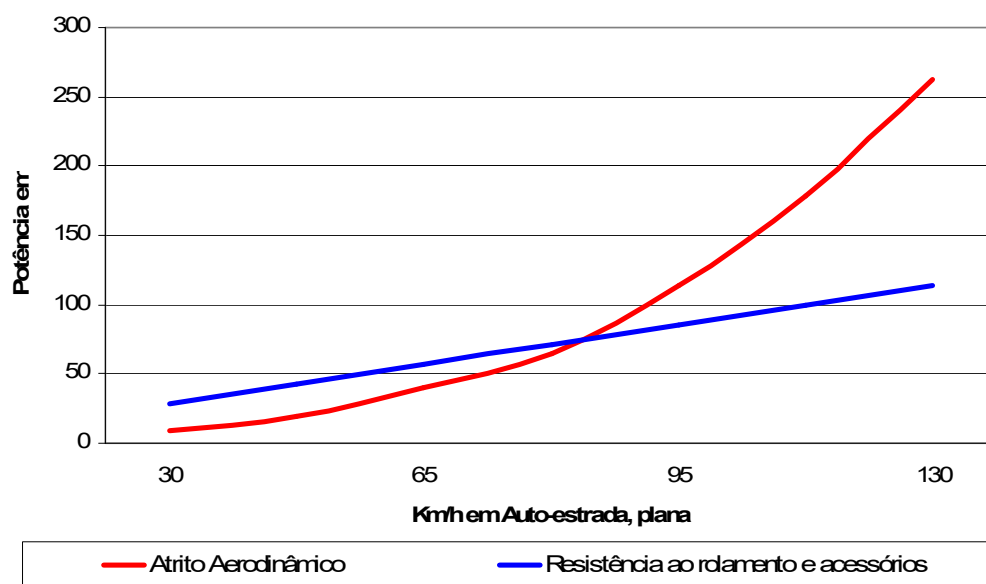


Gráfico 29: Cavalos-potência necessários para superar o atrito aerodinâmico e a resistência ao rolamento e acessórios de um TRC, a diferentes velocidades, em autoestrada plana. Fonte: Peterbilt Motors Company, 2009.

Dado a necessidade de combustível que um veículo consome para vencer o atrito aerodinâmico quando em movimento, as melhorias de eficiência aerodinâmica de camiões e semirreboques fechados são de maior importância, permitindo diminuir os custos de exploração.

Conforme foi referido em 3.3.1.1, a melhoria da aerodinâmica do TRC pode ser tratado no mercado depois da compra do trator e do semirreboque. Muitos tratores já vêm equipados com um defletor no teto da cabine, ajustável à altura da carga, sendo que o estudo da aerodinâmica do veículo é feito com este tipo de acessório ‘de marca’.

Relativamente a outros produtos que melhoram a aerodinâmica dos TRC, as saias laterais de semirreboque, os defletores para reduzir o espaço livre entre a cabine e o semirreboque, os dispositivos defletores por baixo da carroçaria do semirreboque e os defletores da traseira do semirreboque são consideradas boas soluções (Wood e Bauer, 2003).

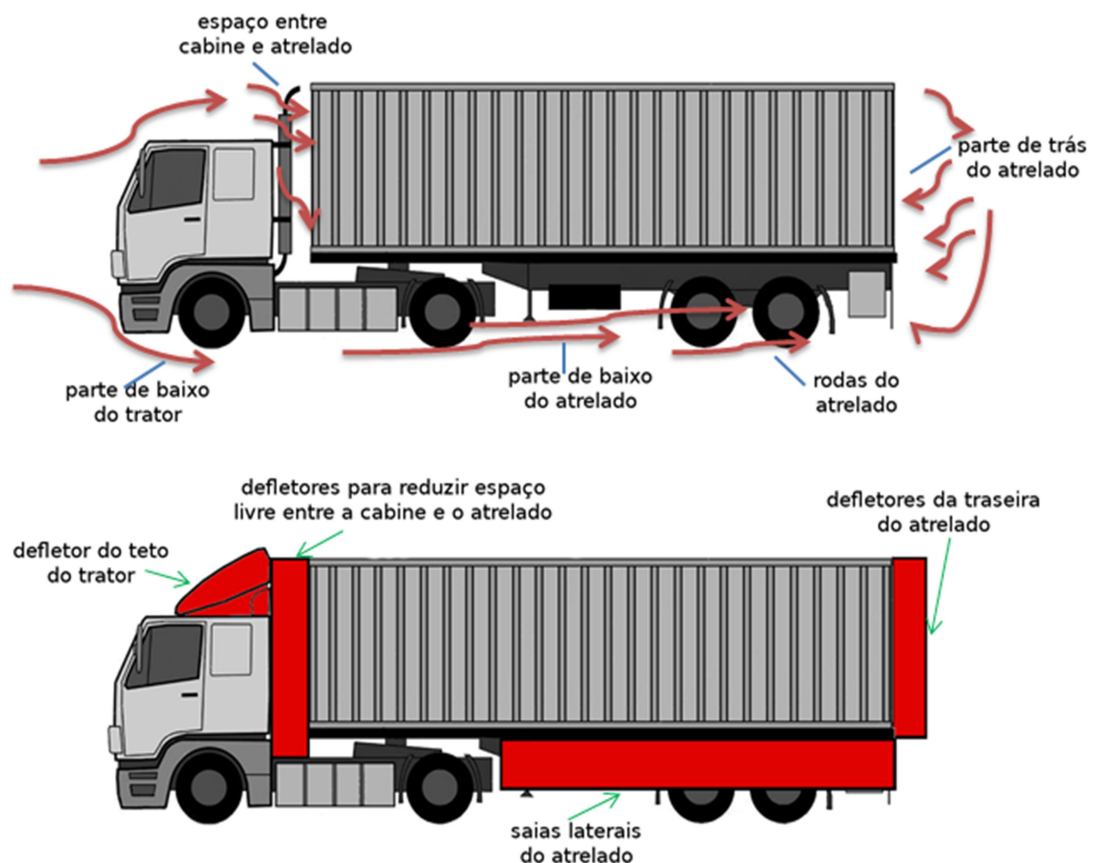


Figura 22: Zonas de um TRC onde o atrito aerodinâmico é maior e soluções mais vulgares para diminuir o atrito aerodinâmico num TRC.

A2.11 Posição da Carga

A posição da carga influencia o consumo de combustível, uma vez que está diretamente ligado com o atrito aerodinâmico. Ao mesmo tempo, qualquer sobrecarga dos eixos do semirreboque pode ter um impacto negativo sobre o consumo de combustível, acidentes e estabilidade de condução.

Existem várias maneiras de aumentar a economia de combustível do veículo. Entre elas, encontra-se a estratégia de reduzir as cargas que devem ser transportadas pelo veículo e aumentar a eficiência do motor, a transmissão e outros componentes que geram e transferem potência aos eixos.

O tamanho da carga e a sua tara devem estar de acordo com o semirreboque que a irá suportar e transportar (www.globalsecurity.com). Para além de uma distribuição de peso correta pelos eixos, a distância entre a extremidade da cabine e o contentor é muito importante para o atrito aerodinâmico. Assim, é frequente a utilização de veículos adequados para o transporte de um FEU a transportar um TEU, com uma grande distância a partir da cabine e, portanto, com uma grande resistência aerodinâmica, na parte frontal do contentor, que conduz a um aumento do consumo de combustível (Figura 23, segunda e terceira imagem).

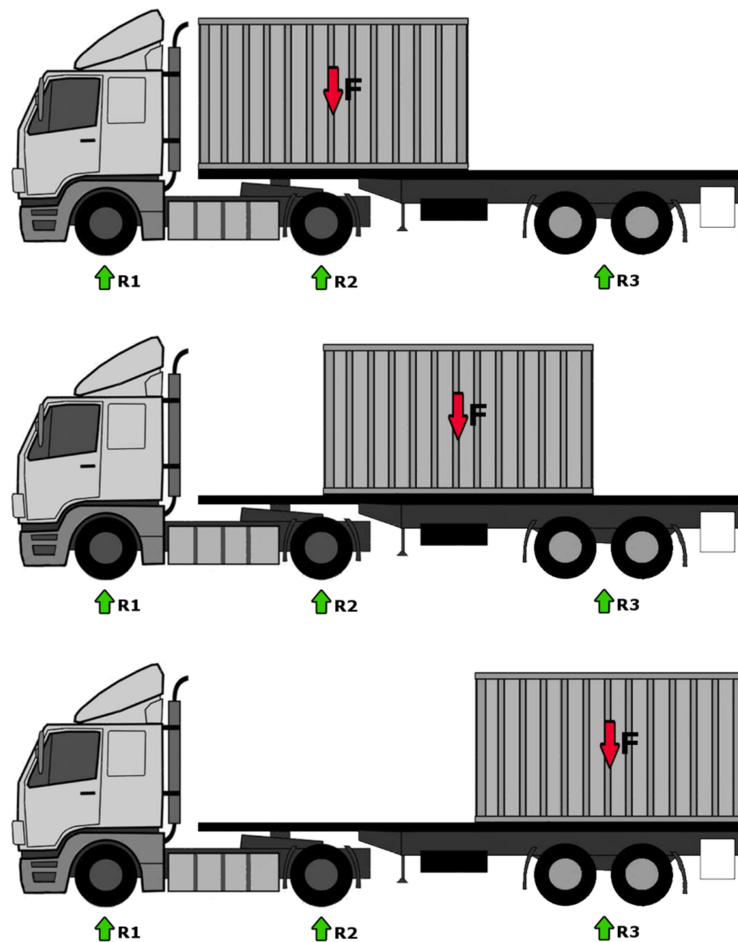


Figura 23: Três exemplos de posicionamento da carga, sendo o segundo o correto e o terceiro o pior.

Os eixos do trator são dimensionados para cargas máximas admissíveis, que por sua vez constam das características técnicas do veículo que são validadas pelas autoridades competentes, não podendo ser excedidas. Admitindo que a carga está uniformemente distribuída dentro do contentor, na direção longitudinal e transversal), o posicionamento

da carga na parte traseira do semirreboque pode também originar situações em que há uma sobrecarga no eixo traseiro.

O tamanho da folga entre a parte de trás da cabine do trator e a parte frontal do semirreboque é também muito importante para reduzir o atrito aerodinâmico. Quanto maior a diferença, maior é a perturbação do fluxo de ar e o atrito resultante. Isso torna-se ainda mais importante quando se deparam com condições de condução com ventos. A regra é que para cada 13cms a mais de distância entre a cabine e o contentor (figura 24), para além de um valor inicial de 40 cms, há uma queda de 4% no rácio Km / litro (Goodyear, 2011).

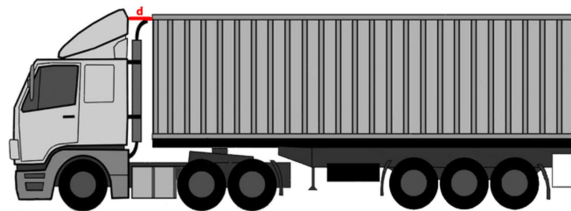


Figura 24: Distância 'd' entre a cabine e o contentor.

A2.12 Tipo de Frete

O tipo ideal de frete, para a máxima economia de combustível, consiste em fretes de longa distância, a uma velocidade constante, com um mínimo de paragens e arranques, com um mínimo de variação de gradientes e o mais retilíneo possível. Viagens menores envolvem mais travagens, acelerações e outras variações. Também o motor e os pneus vão operar em condições não ideais, o que leva a que as economias de combustível sejam mínimas (Goodyear, 2011). Em alguns casos de condução de pára-arranca, os pneus operam frequentemente a uma temperatura abaixo do ideal, sem tempo suficiente de condução contínua para o aquecimento adequado. Assim, conclui-se que o tipo de frete a executar também pode influenciar o consumo final do combustível. A média de consumo aos 100 Km de um TRC será completamente diferente conforme tenha que percorrer 2 Km ou 20 Km. O mercado americano faz uma distinção entre o tipo de frete pela categoria de veículo adequado ao mesmo. Existe assim a categoria '*Over the Road*', com veículos de cabine estendida, preparada para a pernoita do(s) motorista(s) e

com motores adequados a percorrer muitos quilómetros com condução em autoestrada, e existe depois a categoria '*Short Haul / Regional*' com veículos de cabine curta '*Day Cabs*', com motores menos potentes e mais adequados a uma distribuição de carga do tipo capilar. No mercado europeu, embora haja a mesma diferença nos veículos, ao nível operacional, os mesmos não estão classificados com uma 'categoria'.

Anexo 3 – Custos externos não considerados na gestão das empresas de transporte

A3.1 Acidentes

Um acidente, em geral, tem uma parcela de custos que é internalizado através dos custos de reparação suportados pelas companhias de seguros e proprietários dos veículos. A outra parte é externa, assumida pela sociedade. Embora os custos sejam internalizados e possam ser devidamente quantificados de acordo com o custo de materiais, equipamentos e horas de mão-de-obra, os custos para a sociedade não têm um preço de mercado e não estão suficientemente cobertos pelos sistemas de seguro, sendo assim suportados por toda a sociedade (Maibach *et al*, 2008). Para estimar estes custos, geralmente, é usado o método de *willingness to pay*.

O mesmo autor refere que os acidentes refletem os seus efeitos sobre a sociedade através dos custos dos serviços médicos, serviços de segurança e outros serviços de emergência e administração relacionados, perdas de produção e perdas de vidas (havendo outros custos menores em que incorrem aqueles envolvidos na resolução do acidente, traumas psicológico, etc.). Cem por cento destes custos são externalizados (nenhum desses custos são internalizados nos custos do modo de transporte), embora possa ser discutido se o congestionamento devido a alguns acidentes não é uma internalização no próprio modo de transporte.

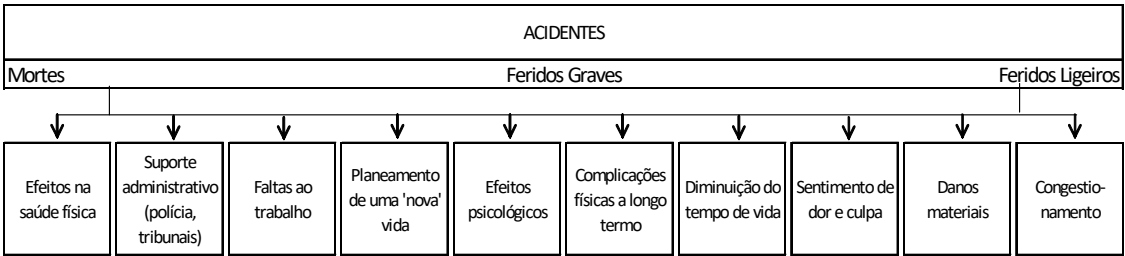


Figura 25: Efeitos de acidentes de carro na sociedade. Adaptado de Becker *et al* (2012).

No esquema anterior (Becker *et al*, 2012), são apresentados os vários custos decorrentes de um acidente.

Os custos de um acidente variam com a natureza, frequência e gravidade.

Os veículos pesados têm uma taxa baixa de acidentes. No entanto, devido ao facto de este tipo de veículo ter uma massa superior a outros veículos ligeiros, tal implica terem um grande momento, levando à ocorrência, normalmente, de acidentes graves e fatais, tanto em termos de danos no veículo, estrada e elementos a ela pertencentes, como a nível humano.

A3.2 Poluição do Ar

De entre os diferentes modos de transporte, o rodoviário é o que mais contribui para a poluição do ar (Forkenbrock, 1999), da mesma forma que, de entre todos os veículos que circulam nas estradas, os pesados são os mais poluentes, individualmente (EEA – European Environment Agency, 2013).

Os principais poluentes atmosféricos resultantes dos transportes rodoviários são as partículas finas (PM10, PM2,5 ou PM25), óxido de nitrogénio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), compostos orgânicos voláteis (COV) e ozono (O₃) - como um poluente causado por reação química (EEA, 2013; Maibach *et al*, 2008). Dependendo da densidade populacional, os PM25 podem representar um custo externo por quilómetro bastante elevado, dependendo da população que é afetada. Quando em estradas urbanas e suburbanas, os PM25 podem contribuir ainda mais do que os NO_x para os custos externos/ quilómetro de um TRC (EEA, 2013).

As emissões de partículas primárias (PM10 e PM25) do tráfego rodoviário não são apenas causadas por combustão de combustível (ou seja, com origem nos gases de escape). A EPA – Environmental Protection Agency (2014) refere que o uso de travões mecânicos, embraiagens, pneus, abrasão da estrada e órgãos de suspensão também produzem pequenas partículas que são emitidos pelo tráfego e são categorizados como emissões que não as do escape do motor (processo de ressuspensão). Estas emissões não devem ser negligenciadas, sendo que o tráfego é também responsável por repor em suspensão partículas que se encontram depositadas sobre a estrada

Estes poluentes originam diferentes tipos de custos externos, que são principalmente relacionados com a saúde e, portanto, são pagos pela sociedade - doenças

cardiovasculares e respiratórias - mas também na erosão de diferentes materiais, perda de colheitas e impactos sobre a biodiversidade, associados a processos de acidificação (EEA, 2013; Maibach *et al*, 2008, Forkenbrock, 1999).

Segundo Rodrigue (2013), o total de milhares de toneladas de poluição do ar diminuiu significativamente entre 1970 e 2008 (dados dos transportes nos EUA, em autoestrada, apresentado no gráfico 30). O CO₂ é o mais importante entre os gases e nas matérias são as partículas.

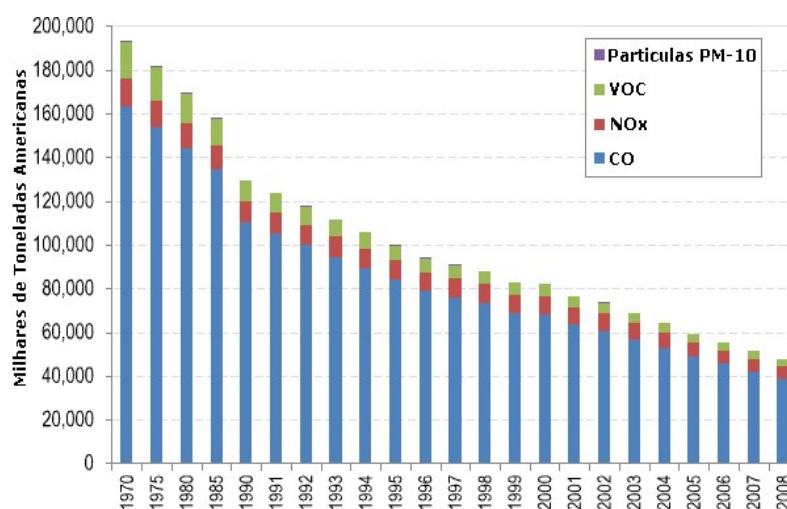


Gráfico 30: Emissões estimadas de poluentes atmosféricos nas autoestradas nos Estados Unidos, 1970-2008. Fonte: Rodrigue (2013).

As emissões de poluentes atmosféricos variam consideravelmente, dependendo da velocidade média, porquanto o consumo de combustível varia de acordo com as forças que o veículo tem que vencer. As emissões de NO_x, CO₂ e PMs de um veículo, dependendo da sua versão de motor (Euro_X), variam também bastante. Por exemplo, as emissões totais de NO_x variam mais do que um fator de duas vezes (dos motores Euro I até Euro III), dependendo da velocidade.

No geral, estima-se que na Europa (EEA, 2013) a poluição do ar cause 100 milhões de dias de doença e 350.000 mortes prematuras, por ano. A poluição do ar provocada por veículos pesados custa aos países da UE entre 43 e 46 milhões de euros por ano, quase metade dos 100 bilhões relativos a todos os veículos de transporte rodoviário. Os

veículos pesados de mercadorias causam 40 a 50% das emissões de óxido de azoto (NO_x).

Outro efeito indesejável dos poluentes atmosféricos é o de degradação, por erosão química, nos diferentes tipos de materiais, sobretudo em áreas urbanas. Klopfert *et al* (2010) quantificaram com valores de 2008 os custos, em centimos de euro, por quilómetro, dos poluentes sobre diferentes tipos de materiais (gráfico 31).

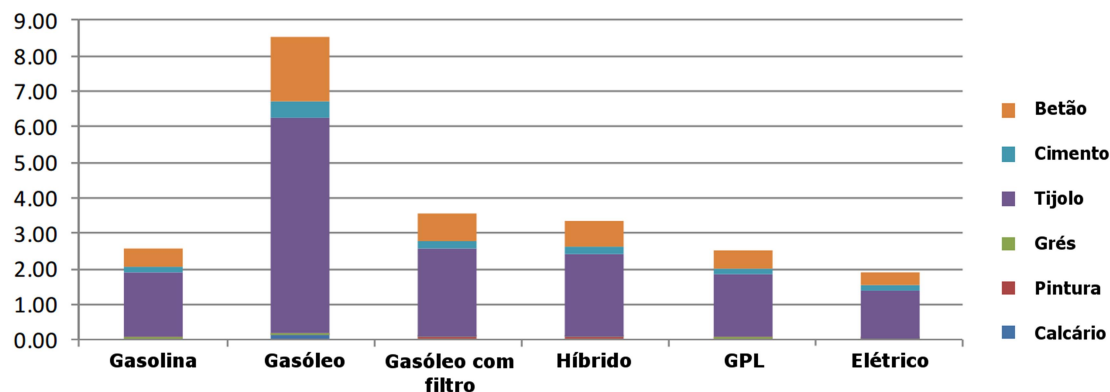


Gráfico 31: Custo da sujidade e erosão provocado pelas emissões de PMs (de escape e de não-escape), em centimos de euro, por quilómetro, para o ano de 2008, para viaturas ligeiras. Fonte: Klopfert *et al* (2010).

A EEA estima o valor por milha de 0 a 30 centimos de custos externos da poluição do ar, dependendo do veículo, atingindo um máximo para os veículos com 20 anos ou mais, de classe não Euro, uma vez que veículos Euro 4 ou Euro 5 causariam 40% a 60% menos de custos externos (considerando todos os poluentes), nas mesmas estradas e condições de circulação (os poluentes causam mais danos em áreas densamente povoadas e áreas urbanas situadas junto a áreas montanhosas, onde a poluição não se pode dispersar tão facilmente).

A3.3 Efeitos de barreira em peões e ciclistas

Sempre que é construída uma via rápida ou uma autoestrada, são restringidas as condições de circulação a veículos não-motorizados (e até mesmo alguns motorizados) e pedestres. Este efeito de barreira provoca atrasos, desconforto e falta de acesso na deslocação de modos não motorizados (VTPI, 2012).

Na construção das autoestradas e outras vias onde há uma sobreposição entre a nova via e uma estrada pré-existente, verifica-se que tal implica a construção de um viaduto, passagem inferior ou superior. Estas passagens representam atrasos para o trânsito da estrada existente, como se fosse um congestionamento imposto pela nova via - a diferença para superar os atrasos do movimento de modos não motorizados. Os impactos podem ter maior importância para determinados grupos, como crianças, pessoas com deficiência física, idosos e ciclistas.

A3.4 CO₂

Se os transportes são um motor para o crescimento económico, para o transporte de pessoas e bens, constitui igualmente uma enorme fonte de emissões de gases que contribuem para o indesejável efeito de estufa.

A emissão de CO₂ de um veículo é diretamente proporcional ao consumo de combustível no motor. Em 1998, a Comissão Europeia, a indústria e as associações dos maiores produtores de veículos concordaram em reduzir as emissões de CO₂ dos veículos novos. Nos veículos pesados, entraram em vigor as normas dos motores Euro_X, em que, à medida que o valor do X aumenta (Euro 3, 4, 5, ...), baixam os valores permitidos de emissão de gases, entre os quais o CO₂.

Os veículos pesados representam cerca de 25% das emissões de CO₂ no transporte rodoviário, contribuindo com 6% para o total das emissões na EU (ec.europa.eu). Apesar dos melhoramentos na eficiência do consumo de combustível nos anos recentes, as emissões dos veículos pesados continuam a aumentar, devendo-se, sobretudo, ao aumento do tráfego pesado de mercadorias – relativamente ao ano de 1990, as emissões em 2013 ainda eram 20,5% maiores (ec.europa.eu).

O CO₂ tem impacto nas alterações climáticas. Não se pode atribuir ao CO₂ riscos ou danos associados à saúde de forma isolada. No entanto, com a emissão de CO₂ há sempre emissão de CO (monóxido de carbono), que contribui também para as alterações climáticas (via efeito de estufa) e prejudica a saúde, reduzindo os níveis de oxigénio nos diferentes órgãos e originando situações fatais quando os níveis de exposição são

elevados (OCDE, 1996). Em baixas concentrações, o CO constitui um risco para a saúde, particularmente para os que sofrem de doenças cardíacas.

A3.5 Custos de congestionamento

Os custos do congestionamento, ao contrário dos outros custos externos do modo rodoviário, só têm impacto em outros usuários do mesmo modo de transporte (considerando-se que o congestionamento não foi previsto, levando a que os usuários possam escolher previamente outro modo de transporte). É um custo externo que é internalizado no próprio meio de transporte, ou seja, vai influenciar a eficiência deste modo de transporte.

O congestionamento não é uma externalidade ambiental direta, uma vez que o seu efeito no custo de transporte é levado em conta pelas transportadoras e refletida nos seus preços (Beuthe *et al*, 2002). Indiretamente, o congestionamento afeta o consumo de combustível e as emissões de CO₂ e outros poluentes.

A3.6 Doenças profissionais

Um motorista profissional de pesados passa o dia a conduzir sempre na mesma posição e uma parte do tempo nas operações de carga e descarga. Os motoristas correm risco permanente de desenvolver problemas de saúde devido aos longos períodos de condução (European Agency for Safety and Health at Work, 2011). Atentos a esse contexto, as diferentes marcas de camiões consagram cada vez mais atenção à ergonomia dentro da cabine e aos assentos dos motoristas. De acordo com os catálogos dos modelos de tratores no mercado, nos assentos, é normal encontrar suspensão pneumática a ar e suportes lombares igualmente pneumáticos. Este cuidado especial está relacionado com os problemas causados pela exposição contínua do corpo humano a vibrações e às longas horas na mesma posição, causando doenças músculo-esqueléticas, bem como *stress* e problemas de sono (Dong *et al*, 2006).

Poluente Primário	Poluente Secundário	Impactos
Partículas (PM10; PM2,5; Fumo negro)		Mortalidade Morbilidade cardiopulmonar (internamentos por problemas vascular-cerebral, insuficiência cardíaca congestiva, bronquite crónica, sintomas do trato respiratório inferior, tosse em pacientes asmáticos)
SO ₂		Mortalidade Morbilidade cardiopulmonar (hospitalização, consultas médicas, asma, baixas médicas, restrição de atividade)
SO ₂	Sulfatos	Igual a ‘partículas’
NO _x		Morbilidade
NO _x	Nitratos	Igual a ‘partículas’
NO _x + VOC	Ozono	Mortalidade Morbilidade (internamentos hospitalares por problemas respiratórios, dias de atividade limitados, ataques de asma, dias de sintomas)
CO		Mortalidade (Insuficiência Cardíaca Congestiva ICC) Morbilidade (cardiovascular)
PAH Fuligem Gasóleo, benzeno, 1,3butadieno, dioxinas		Cancros
As, Cd, Cr-VI, Ni		Cancro Morbilidade
Hg, Pb		Morbilidade (neurotóxica)

Tabela 35: Os poluentes do ar e seus efeitos na saúde. Adaptado de ExternE (2005).

De acordo com His e Magnusson (2000) a influência da vibração no homem depende do tipo de frequência, amplitude, direção e duração da vibração. O tipo de frequência é

principalmente dependente de duas frequências de ressonância dominantes no veículo, uma associada ao movimento de balanço do corpo do veículo sobre a suspensão e a outra que emana do movimento de balanço do eixo de direção, entre a suspensão do veículo e a ação de mola do pneu.

Outro fator de risco é a exposição contínua às emissões dos gases de escape que têm influência negativa direta sobre a saúde, podendo provocar as doenças mencionadas no ponto A3.2.

Muitas das doenças acima identificadas não são reconhecidas como uma doença profissional, variando a sua classificação de país para país (ExternE, 2005). Torna-se assim difícil fornecer valores de referência para essa externalidade, que se manifesta como dias de não-produção ao longo da vida de trabalho do motorista, mas também como problemas de saúde, perda de qualidade de vida e fator de morte prematura - após a passagem para a reforma ou até mesmo durante a vida ativa.

Cohon (2010) indica que nos EUA, a partir da queima de combustíveis fósseis, morrem todos os anos prematuramente 20 mil pessoas. Os prejuízos são causados igualmente pela queima de carvão e petróleo (derivados). Não se pode medir a percentagem total atribuída ao transporte por camião. Poluentes, como as partículas (principalmente nos veículos a gásóleo) óxidos de nitrogénio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre têm vários impactos sobre a mortalidade e a saúde, especialmente relacionados com cancro, asma, enfisemas e outras doenças respiratórias e cardiovasculares, conforme já referido e indicado na tabela 35.

Se por um lado, os EUA e a Europa têm tomado medidas para reduzir a poluição emitida por cada veículo (referência às Clean Air Act nos EUA, 1971; Diretivas da UE na Europa), por outro lado, a distância percorrida pelos veículos e congestionamento aumentaram de forma constante ao mesmo tempo (ec.europe.eu).

Para a realidade dos EUA, o Cohon (2010) estimava que os custos de saúde representem \$ 56 milhões por ano, devido à queima de combustíveis fósseis. Mais de 90% deste valor é associado com os anos de vida perdidos com mortes prematuras, causadas pela poluição do ar.

A3.7 Consumo de recursos externos

Como qualquer atividade humana, os transportes consomem recursos externos, a maioria deles não renováveis. O mais importante é o petróleo e entre os custos externos associados, os identificados como mais preponderantes são os que se seguem:

- Custos de segurança energética, que incluem os custos militares e políticos necessários para garantir o acesso ao abastecimento de petróleo. Delucchi e Murphy (2008) estimam que 60% dos custos de intervenção militar do Golfo Pérsico são para manter o acesso ao petróleo (cerca de 300.000 milhões de dólares anualmente).
- Os danos ambientais relacionados com a extração de matérias-primas e o transporte das mesmas. Por exemplo, quando há um grande derramamento, a operação de limpeza e os custos de compensação atingem dezenas a centenas de milhões de euros, por vezes internalizados pelas companhias de combustível. Contudo, há o risco de ocorrer vários custos ambientais que não são compensados, como pequenos derrames, perfuração e processamento de petróleo (VTPI, 2013).

Além desses custos relacionados com o consumo de petróleo e seus derivados, há também todos os outros recursos materiais necessários para a manutenção do sistema de transportes, tanto em veículos como em estradas, tais como o aço, a borracha, etc., que podem ser reciclados na sua maioria, no final do ciclo de vida do veículo. Evidentemente, há sempre uma percentagem de componentes que não são recicláveis. Aparte os resíduos gerados, é um consumo de matérias-primas que não estarão disponíveis para as gerações futuras.

A3.8 Impacto no uso do solo

As necessidades de transporte rodoviário geram o consumo de terreno para construção de redes de estradas, com impactos negativos sobre o uso da terra (ver tabela 36).

Quando é aumentada a área de pavimento, ocorrem externalidades negativas, suportadas por toda a sociedade (VTPI, 2012):

- Zonas livres reduzidas (jardins, parques, quintas, habitat da vida selvagem, etc.);
- Aumento dos custos de gestão de inundações e de águas pluviais;
- Redução da recarga das águas subterrâneas;
- Degradação estética.

Fatores de uso dos solos	Impacto
Impermeabilização do solo	Porção de área de terra que é pavimentada para infraestruturas de transporte.
Densidade	Reduz a densidade. Requer mais solo para estradas e parques de estacionamento.
Dispersão	Permite mais destinos dispersos, marginais ao espaço urbano.
Escala	Requer estradas em grande escala.
Desenho das vias	Estradas aumentam o fluxo de tráfego de veículos e diminuem as atividades de pedestres.
Percursos pedestres	Degrada as condições de circulação para pedestres, aumentando a poluição atmosférica e sonora assim como o risco.

Tabela 36: Impactos no uso do solo provocado pelo transporte rodoviário – efeitos do planeamento de transportes orientado para a expansão da rodovia. Fonte: Litman (2012).

As decisões de planeamento de transporte afetam o uso do solo, quer diretamente, determinando que quantidade de solo é dedicado ao 'equipamento' de transporte (estradas, estacionamentos, portos), quer indiretamente, afetando os custos de acessibilidade e de desenvolvimento relativo, em diferentes locais (Kelly, 1994; Boarnet, 2008; OTREC, 2009). Em geral, as políticas viradas para a redução do custo de viagem de automóvel (custos financeiros, tempo de viagem, desconforto, risco) tendem a aumentar o tráfego total e aumentam o consumo de solo, enquanto aquelas que melhoram o transporte não motorizado e se focam em otimizar o sistema de transportes, tendem, implicitamente, a apoiar um crescimento inteligente de todo o sistema (Zegras e Litman, 1997).

As decisões de planeamento envolvem frequentemente trocas entre a mobilidade (movimento físico de pessoas e bens) e acessibilidade (a capacidade de atingir bens e atividades desejadas).

De acordo com VTPI (2012), os aumentos incrementais na estrada e capacidade de estacionamento tendem a criar padrões de uso da terra mais dispersos, aumentando a quantidade de mobilidade necessária para atingir um determinado nível de acessibilidade. Isso favorece as viagens de automóvel e reduz a utilidade e eficiência de outros modos de transporte, uma vez que grandes estacionamentos e ruas largas criam espaços onde se torna difícil andar, prejudicando o acesso ao trânsito pedonal. Ao aumentar a quantidade de terra necessária para um determinado período de desenvolvimento, as exigências de solo para estradas e estacionamentos favorecem o desenvolvimento de franjas urbanas, onde os preços dos terrenos são mais baixos. Como resultado, de alguma forma, a dependência do automóvel pode ser uma profecia auto realizável: práticas para tornar a condução mais conveniente provocam alternativas menos convenientes e aumentam a expansão orientada para o automóvel.

A3.9 Parqueamento

Nenhum veículo normal passa 100% do seu tempo de vida útil em utilização na estrada. Em qualquer momento do dia, por um período maior ou menor, precisa de ser parqueado. Mas quanto custa o ato de parquear um veículo? O parqueamento poderá ser gratuito ou acarretar o pagamento de uma taxa ou tarifa, sendo que o custo do parque inclui o solo, a construção do mesmo e os custos de operação e de gestão, que no seu todo pode variar, conforme a tipologia de estacionamento (<http://bca.transportationeconomics.org>):

- Estacionamento nas vias, em zona pública, na própria via ou em baias criadas para o efeito;
- Estacionamento fora das vias, em espaço junto à via, fora do domínio público;
- Estacionamento em parques, fora da via, em terraplenos;

- Estacionamento em estruturas, em estacionamentos com mais de um piso de estacionamento.

No que concerne a identificação dos custos de estacionamento, poder-se-á começar por referir o custo de mercado do terreno, de acordo com os metros quadrados disponíveis / necessários para o veículo, tendo em consideração que o m² de terreno pode custar 1€, em espaço rural, ou centenas ou mesmo milhares de euros, em espaço urbano.

A construção de parques de estacionamento é diretamente influenciada pelo volume, tamanho e forma do parque, número de pisos, orografia do terreno, arquitetura do parque / edifício e localização geográfica, numa relação de *trade-off* entre construção e custo do terreno.

Os custos de operação e manutenção incluem a limpeza, manutenção e reparação (um parque tem que ser repavimentado a cada 5 / 10 anos e é uma estrutura que necessita de reconstrução ou grandes obras a cada 20 / 40 anos), segurança, controlo de acessos, cobrança de tarifa ou taxa de estacionamento, seguros, mão-de-obra e administração (VTPI, 2013). A mesma fonte identificou custos anuais, por lugar de estacionamento (incluindo o preço do terreno, construção e manutenção) a variar entre 670 e 4.000 US dólares, de acordo com a localização e tipo de estacionamento. No mesmo estudo, foram estimados os custos conforme o tipo de estacionamento e o valor direto suportado pelo utilizador do veículo assim como os custos indiretos. Entre os custos que poderão ser suportados pelo utilizador do veículo, que podem variar entre os 4 centavos de dólar e os 12 centavos (por milha de utilização do veículo) e os custos infligidos à sociedade, a variar entre os 5 e os 14 centavos de dólar por milha percorrida (valores de 2007). Os valores referidos são para veículos ligeiros, pelo que para um TRC, que terá um rácio de cerca de 4,35 entre a sua área e a área ocupada por um ligeiro (cerca de 40 m² para 9 m², de um veículo familiar de 3 volumes), os valores serão 4,35 vezes maiores.

A3.10 Poluição sonora

O contacto dos pneus com o pavimento, o atrito aerodinâmico e o atrito interno no motor, traduzidos em som, assim como os dispositivos dos veículos, tal como as buzinas, constituem as fontes de ruído do modo de transporte rodoviário.

O ruído, entre muitas definições possíveis, pode ser um som alto, desagradável ou desarmónico, inesperado ou indesejado ou, dependendo do contexto, qualquer som que interfere com a audição de algo.

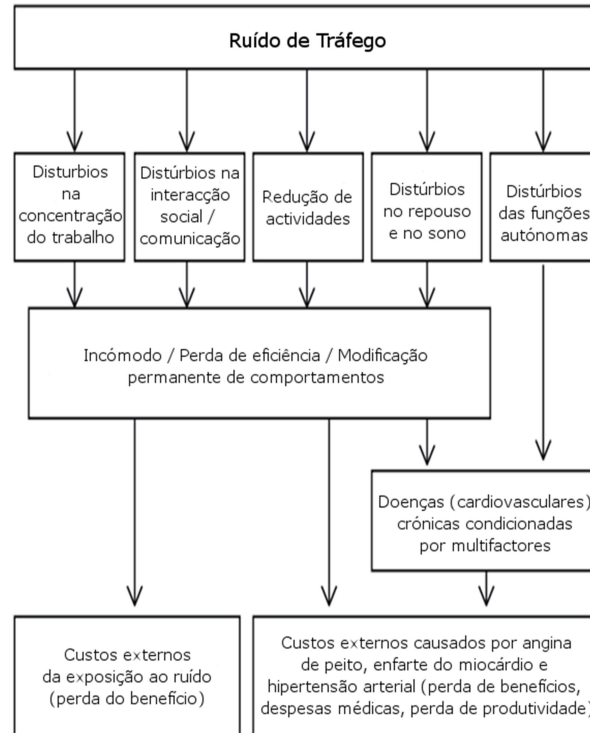


Figura 26: Externalidades do ruído rodoviário. Fonte: Rodrigue (2013).

As externalidades associadas ao ruído refletem-se na sociedade de diferentes formas, conforme se pode observar na figura 26. O custo externo de ruído derivado do transporte rodoviário (ou outro) pode ser visto a partir de duas perspetivas. A primeira prende-se com o custo do desconforto do ruído que se impõe sobre a sociedade, causando perturbação. Este inconveniente pode desencadear igualmente um efeito adverso sobre os valores de venda e aluguer de imóveis (Forkenbrock, 1999). Em segundo lugar, verificam-se os custos relacionados com a saúde dos cidadãos, uma vez que o som acima dos 55/65 dBA (noite / dia) induz o *stress*, aumenta a frequência cardíaca, a pressão arterial, alterações hormonais, etc. (Müller-Wenk, 2002). As principais doenças estão associadas a distúrbios do sono e doenças cardiovasculares.

Os custos de ruído de um nível de emissões de 75 dB são cinco vezes mais elevados do que os custos do ruído de uma emissão de 68 dB, que é proporcional à diferença de nível de irritação e desconforto experimentado pelas pessoas (Maibach *et al*, 2008).

Também os ruídos resultantes de impactos são muito diferenciados, dependendo da localização e da altura do dia onde as emissões de ruído ocorrerem (Müller-Wenk, 2002), como por exemplo, o barulho de pancada numa junta de dilatação de um viaduto, sempre que passa um veículo, que será bastante mais incómodo em período noturno do que no diurno, porque o ruído ambiente anula parte da emissão do ruído.

Para um determinado meio (urbano, rural, ou média entre os dois), os custos de emissão sonora à noite são mais elevados do que os custos de emissão de dia, porque o nível de ruído de fundo é menor. A diferença entre as situações do dia e da noite aumenta à medida que o ruído emitido fica mais alto. Os custos de emissão de ruído em zonas rurais são quase nulos e podem ser considerados negligenciáveis (Gibson *et al*, 2014). Esta é uma consequência da baixa densidade populacional neste tipo de ambiente.

A3.11 Valor do solo das estradas

O valor do solo das estradas é uma externalidade que é imposta a toda a sociedade e que não é considerada nos custos internos de operação de um TRC.

O valor do solo das estradas pode ser abordado em 3 etapas. Uma primeira, com a determinação da quantidade de solo que é afetada às estradas. A segunda, relativa ao valor desse solo (que pode depender bastante, de acordo com a forma como se efetua a avaliação) e a terceira, relacionada com as duas primeiras, ou seja, a forma como o custo total pode ser cobrado aos utilizadores das estradas. Normalmente, uma estrada tem entre 2 a 4 faixas, com 3,60 metros, em média, de largura cada uma, ao que se soma as bermas, zonas ocupadas pelos órgãos de drenagem, valas e área do paisagismo e faixas de salvaguarda de construção (Caderno de Encargos EP, 2012). Desta forma, o total final da largura pode estar compreendido entre os 9 e os 40-50 metros.

Este valor varia de acordo com:

- Número de vias (que estão de acordo com a procura esperada de veículos para a via);
- Os padrões de construção e projeto de estradas (de acordo com os cadernos de encargos das entidades responsáveis pelas estradas ou das concessionárias das estradas

– por exemplo, o caderno de encargos do E.P. de 2009 ou de 2012, caderno de encargos da Brisa, etc.);

- Estacionamento definido para a via;

- Elementos adicionais de projeto como órgãos de drenagem, valas, bermas, área de paisagismo;

- Zonas não pavimentadas, como as áreas de salvaguarda de vias.

O custo do terreno das vias costuma ser considerado um custo não recuperável, apenas relativo ao custo de aquisição (VTPI, 2013). No entanto, numa economia de mercado, o custo do terreno sofre variações, que se revelam mais importantes para terrenos em meio urbano, alvos de múltiplos interesses (Sanchez, 2004). Há também o fator de indução do valor dos terrenos por construção de uma nova estrada, o que leva a que o próprio terreno usado para a construção da estrada tenha o seu preço de mercado aumentado.

A quantidade de solo necessária para que se realize o transporte numa via terrestre varia de acordo com o tamanho do veículo e da velocidade a que circula. Para além do espaço ocupado com uma viatura, ter-se-á de considerar também a distância de segurança entre veículos, com vista à imobilização, em qualquer condição meteorológica. Se um veículo ligeiro necessita, em condições normais, de 60 metros para se imobilizar a uma velocidade de 80 Km/h, um TRC necessita de mais 30 (Figura 27). Existe uma regra para os TRC, em função do comprimento do veículo e da velocidade a que circula, levando à definição do espaço / tempo de segurança, relativamente a um veículo que siga à sua frente: até 65 Km/h, por cada 3 metros de comprimento do TRC deve-se ter uma ‘distância’ de 1 segundo; a partir de 65 Km/h, devem ser 2 segundos por cada 3 metros (CEDR, 2010).

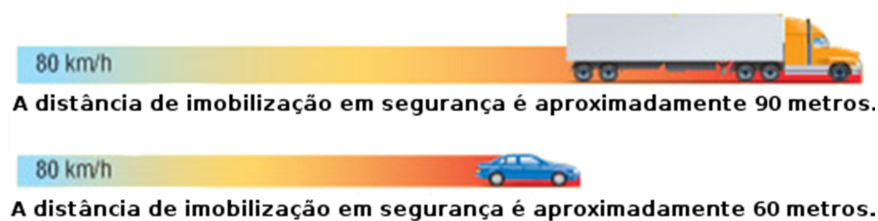


Figura 27: Distância necessária para imobilizar um TRC e um veículo ligeiro, em segurança, à velocidade de 80 Km/h. Fonte: blog.aisinsurance.com.

A3.12 Construção, manutenção, melhoramentos, reparação e operação de estradas

Os custos de infraestrutura incluem todos os gastos de longo prazo, tais como a construção da estrada, materiais, mão-de-obra e administração. Estão igualmente incluídos os juros do ciclo de vida da via, as despesas de manutenção regular para manter a via em bom estado de conservação e utilização e as despesas de capital pontuais para a melhoria do fluxo do tráfego.

Os investimentos numa nova estrada são os custos de todas as fases de construção, tal como o projeto da via, a aquisição de terras, trabalho, material de construção e equipamentos. Estes vão depender diretamente das propriedades físicas da estrada construída, onde se inclui o número de faixas de rodagem, largura da via, durabilidade do pavimento, número de cruzamentos, viadutos, passagens superiores e inferiores, túneis, etc.

Nos casos em que se verifica a existência de portagem, os preços cobrados devem ser de acordo com o dano causado ao pavimento da estrada e os custos variáveis de manutenção da estrada (sinalização, limpeza, etc.) – Sigurbjörnsdottir *et al* (2009). Nas situações em que a autoestrada não é paga, o custo de manutenção é imposta à sociedade, quer os cidadãos a usem ou não. Estes custos são sobretudo relativos a repavimentações, limpezas periódica de vegetação e órgãos de drenagem, substituição da sinalização horizontal, substituição e limpeza de sinais de trânsito, remoção de neve e gelo, manutenção de sistemas de iluminação e de telecomunicações (SOS), etc. (de acordo com os mapas de quantidades dos concursos plurianuais para a manutenção ao nível de distrito das redes de estradas, lançados pelo I.P.).

A3.13 Tratamento de resíduos

O veículo em si e a sua utilização são geradores de resíduos, não só durante a sua operação, mas também na fase de abate. Todo o lixo originado pela circulação de veículos automóveis e a sua remoção é uma tarefa incluída na secção A3.12. No entanto, quer com as reparações decorrentes de manutenção preventiva, quer com as

reparações paliativas, resultantes de avaria ou acidente, origina-se uma série de resíduos, sendo os principais (Martins, 2011):

- Óleos usados, diluentes e outros hidrocarbonetos;
- Filtros de óleo e gasóleo;
- Amortecedores;
- Lamas de destilação de solventes e de pintura;
- Embalagens;
- Baterias;
- Fluídos de refrigeração;
- Para-brisas;
- Polímeros de carbono diversos, como propileno, PEAD, PVC, de para-choques e outros elementos do veículo;
- Calços de travão;
- Sucata ferrosa;
- Pneus.

O tratamento destes resíduos está enquadrado por diretivas europeias (Diretiva 2006/12/CE, Diretiva 2000/53/CE transposta para as leis nacionais pelo Decreto-Lei 196/2003, etc.), obrigando a uma gestão criteriosa dos mesmos, efetuada em unidades industriais próprias para o efeito.

Todo este consumo de recursos (nenhum veículo é reciclável a 100%) e a energia necessária para os reciclar é uma externalidade não considerada da circulação de veículos.

O Waste Management World, em 2011 (www.waste-management-world.com), estimava que todos os anos, só no Reino Unido, eram recolhidos de beira da estrada e de sarjetas e levados a aterro, meio milhão de metros cúbicos de resíduos. O tratamento a dar a estes resíduos pode ser primário, com depósito em aterro, sendo o seu custo o de recolha, indisponibilidade da via para permitir a recolha (onde se pode incluir o custo de apoio de sinalização temporária) e o preço por metro cúbico depositado em aterro. Um tratamento secundário destes resíduos pode passar pela separação por tipo de material, e outra parte, depois de recuperado e tratado, pode ser utilizado como agregado e desviado do depósito em aterro.

No caso dos resíduos de estradas, a solução de incineração não pode ser considerada, dado que grande parte dos resíduos são agregados de diferentes dimensões. Os resíduos do corte de vegetação dos taludes e corte seletivo de árvores nas bermas já são considerados nos custos de manutenção, sendo normalmente levados a centrais de valorização de biomassa pelas empresas especializadas que executam este tipo de serviço.

A3.14 Poluição da água e impactos hidrológicos

Todos os veículos automóveis que utilizam uma estrada depositam partículas de borracha, óleo e outros poluentes. Com a chuva, estes poluentes são lavados e deslocados para áreas à volta da estrada. Em alguns casos, a água da chuva pode fluir através de drenagem diretamente para um rio, lago, etc., ou pode contaminar as águas subterrâneas. Quando estas águas pluviais são encaminhadas para sistemas de tratamento de águas pluviais ou residuais, os efeitos podem ser diminuídos.

Outro impacto no sistema hidrológico vem do uso da terra com alguns troços de estrada a afetar a qualidade da água e sua disponibilidade, tornando o solo menos permeável (VTPI, 2012).

Os custos da poluição da água e impactos hidrológicos podem ser categorizados em três tipos (Rodrigue, 2013):

Custo económico – a) com os ecossistemas aquáticos danificados, a pesca comercial e a aquicultura são menos rentáveis; b) purificação da água, com os custos do sistema (com pesados investimentos em barragens, estações de bombeamento, obras hidráulicas, estações de tratamento, etc.).

Custo social - a água poluída é prejudicial aos seres humanos, causando doenças e diminuindo a esperança de vida.

Custos ambientais - os riscos para a regeneração e purificação da água irão interferir com os ecossistemas aquáticos.

Anexo 4 – As grandes regiões geradoras de transporte marítimo ao nível mundial; As zonas portuárias ao nível mundial; Regiões Marítimas do TMCD na Europa.

Apresenta-se a seguir as grandes regiões geradoras de transporte marítimo ao nível global, as zonas portuárias à mesma escala e as Regiões Marítimas do TMCD na Europa, de acordo com o ‘Livro Branco’ do MEPAT (1997).

A4.1 - As grandes regiões geradoras de transporte marítimo ao nível mundial

Ao nível mundial, as grandes regiões geradoras do transporte marítimo são as seguintes:

- A América do Norte, organizada em dois corredores, respetivamente na costa oeste com o oceano Pacífico e na costa este, com o Atlântico;
- A costa este da América do Sul com as economias emergentes do Mercosul;
- A Europa ocidental, organizada em torno de um corredor central, que parte das ilhas britânicas, atravessa o Benelux, a França, a Alemanha, a Suíça, o sul de Espanha e termina no centro oeste da Itália.
- No continente asiático, a fachada designada por Ásia/Pacífico onde pontifica a China, Singapura e Coreia do Sul e a zona sul do continente, com referência à Índia.
- No continente africano, com menor importância que as anteriores, pode-se referir as costas austral e oriental, onde se inclui a África do Sul.

A4.2 - As zonas portuárias ao nível mundial

As Zonas portuárias, à escala mundial, são divididas em:

- Grandes frentes marítimas tradicionais, destacando-se os portos da costa atlântica da América do Norte e do centro da Europa e na ásia os portos japoneses;
- Frentes marítimas que se desenvolveram nos últimos 30 anos, como a costa leste dos Estados Unidos da América e Canadá, os portos da Ásia e do extremo oriente (Los Angeles, São Francisco, Vancôver, Jacarta, Singapura, Manila, Hong-Kong, Gaoxiong, Xangai e Pusan, entre muitos outros);
- Grandes portos marítimos não pertencentes a grandes frentes marítimas portuárias e de comércio marítimo, tais como Sydney e Melbourne, na Austrália, Bombaim, na Índia, Durban, na África do Sul, Rio de Janeiro, Santos, Tubarão e Buenos Aires, na América do Sul, e no Mediterrâneo, fundamentalmente Génova, Gióia Tauro, Marselha, Barcelona, Valência e Algeciras;
- Grandes portos exportadores de matérias-primas, com maior expressão no petróleo do Médio Oriente, para além de Harcourt - Nigéria, na África central, ou Arzila, na África do Norte mediterrânica.
- Em função das grandes zonas portuárias e relacionado com os grandes fluxos de troca de certas mercadorias, há movimentação de tráfegos que se destacam:

- Entre a Europa Ocidental e a América do Norte, através do Atlântico Norte – a rota transatlântica, que também se estende a alguns portos da América do Sul;
- Entre a Europa e a Ásia, através da rota do cabo, ou entre a América do Norte e as mesmas origens/destinos asiáticos;
- No Atlântico Sul para a América do Sul, passando também para o Índico em direção à Ásia, pela referida rota do cabo;
- As mesmas rotas transpacífica e transatlântica, através do canal do Suez, algumas para os portos do mediterrâneo;

Podem ainda referir-se outros fluxos, fundamentalmente no Índico e no Pacífico, ou ainda através do estreito de Bering ou dos canais do Panamá ou ainda na Austrália, pelo estreito da Tasmânia.

A4.3 - Regiões Marítimas do TMCD na Europa

Ao nível do TMCD na Europa, pertencem às regiões marítimas da Europa os seguintes portos:

1. Mar Báltico:

- Portos Dinamarqueses acima da linha de Helsingborg–Korsør–Nyborg–Kolding (incluindo Helsingør).
- Todos os portos da Finlândia, Estónia, Letónia, Lituânia e Polónia, portos da Alemanha e da Rússia no Báltico.
- Os portos Suecos no Báltico, desde Helsingborg (incluído).

2. Mar do Norte:

- Todos os portos da Noruega, Holanda e Bélgica e os portos da Alemanha situados no Mar do Norte.
- Os portos Suecos no Mar do Norte, desde Helsingborg (excluído).
- Os portos Dinamarqueses a norte da linha de Helsingborg–Korsør–Nyborg–Kolding e Norte da Dinamarca (excluindo Helsingør). Ilhas Faroé.
- No Reino Unido, os portos da costa este de Inglaterra desde Ramsgate (incluído) até Cape Wrath na Escócia, as ilhas Shetland e Orkney.

3. Oceano Atlântico:

- No Reino Unido: portos da Inglaterra no Canal da Mancha (desde Ramsgate, excluído) e da costa oeste até Cape Wrath, na Escócia; portos na Irlanda do Norte.
- Todos os portos da Irlanda, Portugal (incluindo Açores e Madeira) e a Islândia.
- Os portos franceses do Oceano Atlântico e do Canal da Mancha, até à fronteira com a Bélgica.
- Portos espanhóis no Oceano Atlântico até Tarifa (incluído); Ilhas Canárias incluídas.

4. Mar Mediterrâneo:

- Portos espanhóis no Mediterrâneo, a partir de Tarifa (excluído).
- Portos franceses do Mediterrâneo.

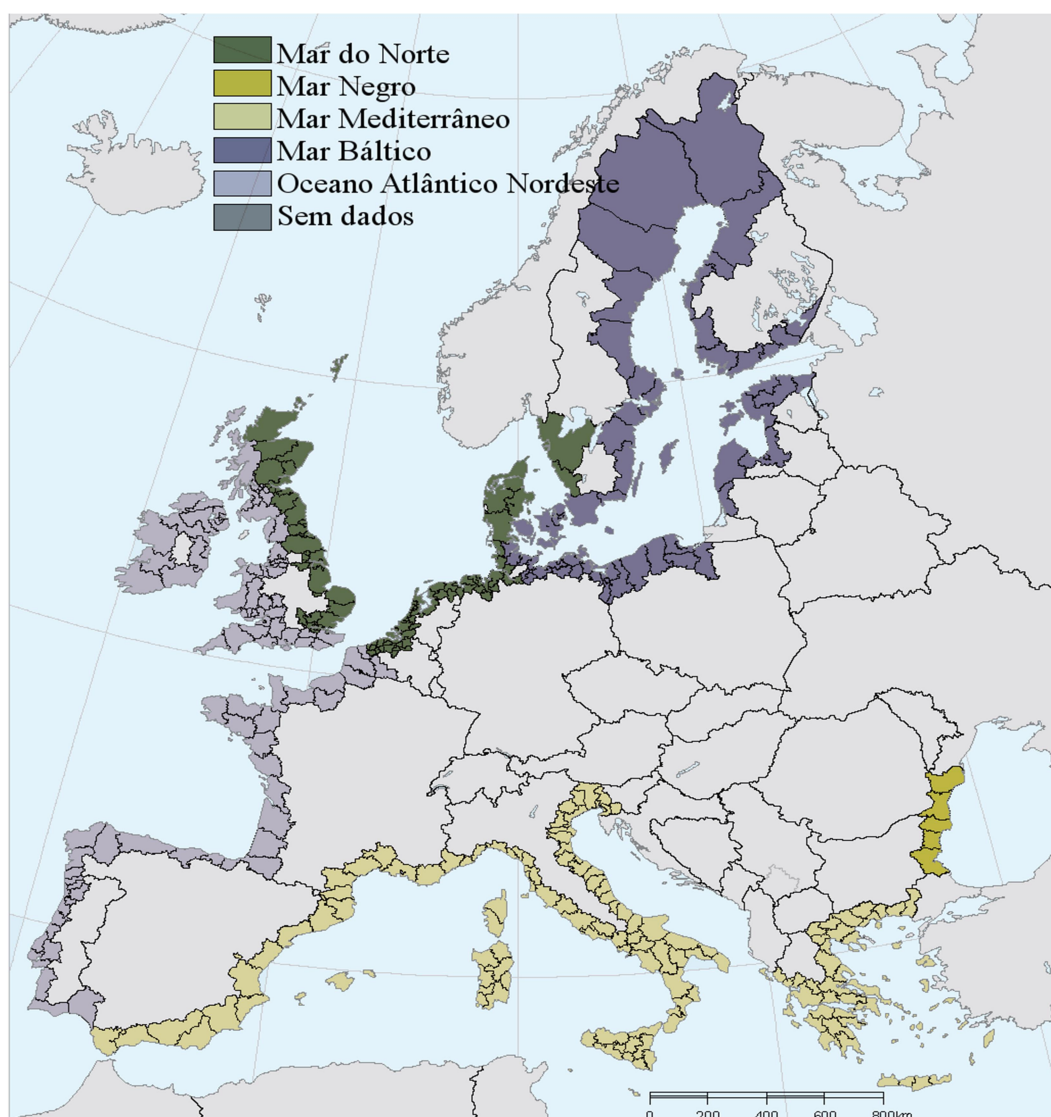
- Todos os portos de Malta, Itália, Eslovénia, Croácia, Bósnia-Herzegovina, Montenegro, Albânia, Grécia, Chipre, Síria, Líbano, territórios palestinos ocupados, Líbia, Tunísia, Argélia e Gibraltar.
- Portos de Marrocos, Egito e Israel, no Mediterrâneo.
- Portos da Turquia, no Mediterrâneo (incluindo os portos do Bósforo).

5. Mar Negro:

- Os portos do Mar Negro, excluindo os portos no Bósforo (Turquia).

6. Outros:

- Portos não identificados da Dinamarca, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Israel, Marrocos, Rússia, Suécia, Turquia e Egito; portos fluviais dos países da UE.

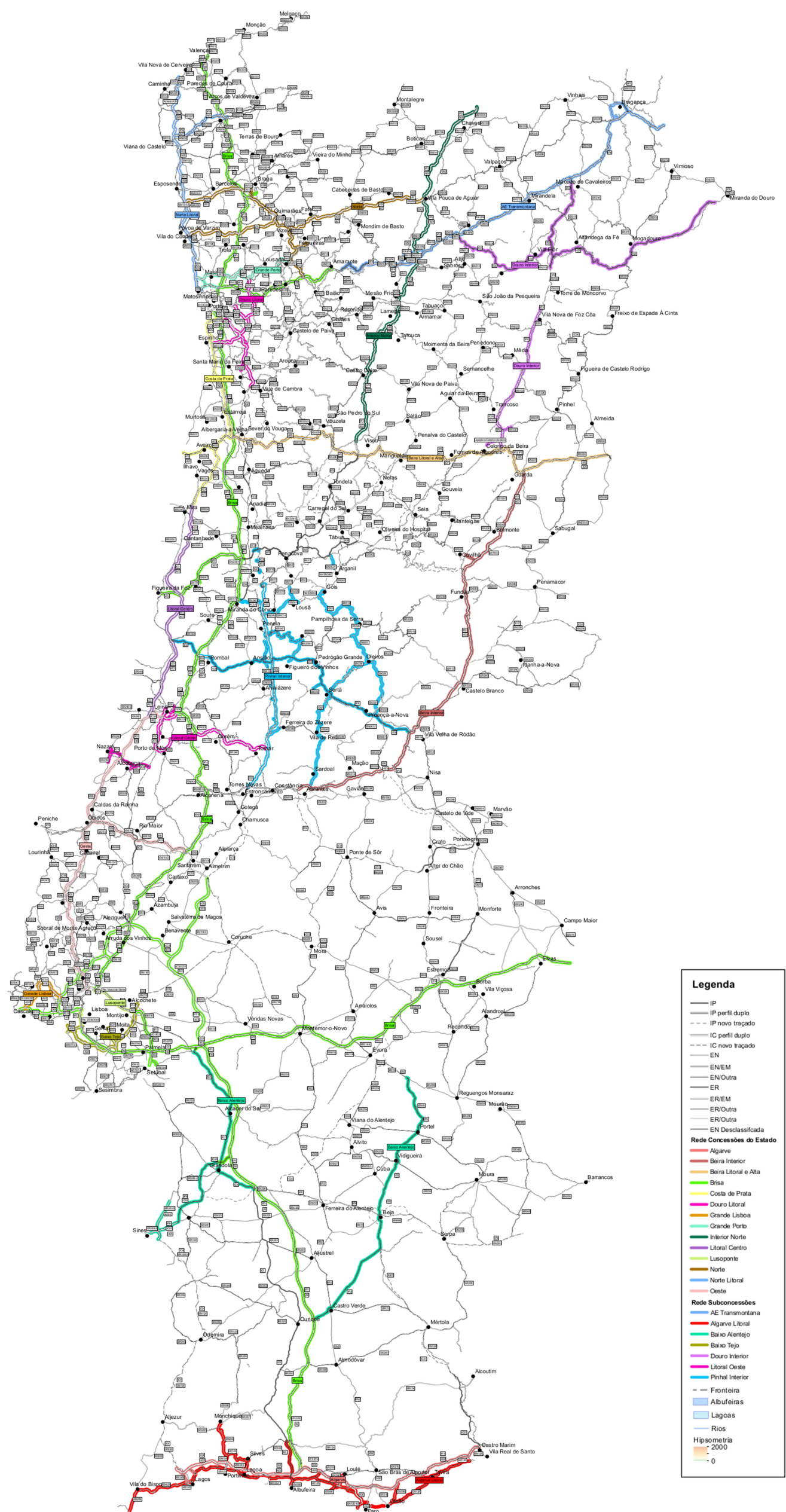


Mapa 52: As regiões marítimas na Europa, por NUT 3. Fonte: Eurostat.

Anexo 5 – Mapa com concelhos de Portugal Continental



Anexo 6 – Mapa de estradas de Portugal Continental.



Fonte: IP – Infraestruturas de Portugal (www.infraestruturasdeportugal.pt).

Anexo 7 – Lista de pórtricos / portagens, introduzido por via, a 15/10/2010 e a 8/12/2011.

A7.1. Novos pórtricos / portagens introduzidos a 15/10/2010

Subconcessão Norte Litoral

A28

- Angeiras-Modivas
- Póvoa do Varzim-Estela
- Esposende-Antas
- Neiva-Darque

Subconcessão Grande Porto

A4

- Custóias-Via Norte Nascente
- Via Norte Nascente-Ponte da Pedra

A41

- Perafita-Aeroporto
- Lipor-EN 13
- EN 13-EN 14
- EN 14-EN 107
- Maia (A3)-Alfena
- Alfena-Santo Tirso
- Ermida-IC24/IC25

A42

- IC24/IC25-Seroa
- Paços Ferreira Este-EN 106 Sul
- EN 106 Norte-Lousada (IP9)

Subconcessão Costa De Prata

A17

- Mira-Ponte de Vagos
- Vagos-Ílhavo
- Aveiro Sul-S. Bernardo

A25

- Esgueira-Aveiro Nascente (IC1/IP5)
- Zona Industrial de Aveiro-Angeja Poente
- Angeja (IC1/IP5)-A1

A29

- Salreu- Estarreja
- Estarreja-Ovar
- Arada-Maceda
- Miramar-A29/A44

A7.2. Novos pórtricos / portagens introduzidos a 8/12/2011

A22

- Bensafrim-Lagos
- Lagos-Odiáxere
- Odiáxere-Mexilhoeira
- Mexilhoeira-Alvor
- Alvor-Portimão
- Portimão-Lagoa
- Lagoa-Alcantarilha
- Alcantarilha-Algoz-Pêra
- Algoz-Pêra-Guia
- Guia-IP 1
- IP 1 –Boliqueime
- Boliqueime-Loulé
- Loulé-Faro Oeste
- Faro Oeste –Faro Este
- Faro Este –Moncarapacho

- Moncarapacho-Tavira
- Tavira-Monte Gordo
- Monte Gordo-Castro Marim

A23

- A1/IP 1 – Zibreira
- Zibreira – Torres Novas
- Torres Novas – Entroncamento
- Entroncamento – Atalaia
- Atalaia – Roda
- Roda – Constância Oeste
- Constância Oeste – Constância Centro
- Constância Centro – Montalvo/Abrantes
- Montalvo/Abrantes – Abrantes Oeste
- Abrantes Oeste – Abrantes Este
- Abrantes Este – Mouriscas

- Mouriscas – Mação
- Mação- Gavião
- Gavião – Envedos
- Envedos.- Gardete
- Gardete-Riscada
- Riscada-Fratel
- Fratel-Perdigão
- Perdigão -Alvaiade
- Alvaiade-Sarnadas/Retaxo
- Sarnadas/Retaxo – Castelo Branco Sul
- Castelo Branco Sul – Hospital
- Hospital – Castelo Branco No
- Castelo Branco Norte -Alcains
- Alcains-Lardosa
- Lardosa-Soalheira
- Soalheira-Castelo Novo
- Castelo Novo – Fundão
- Fundão-Alcaria
- Alcaria-Covilhã Sul
- Covilhã Sul-Covilhã Norte
- Covilhã Norte – Belmonte Sul
- Belmonte Sul – Belmonte Norte
- Belmonte Norte- Benespera
- Benespera-Guarda
- Guarda-Pinhel

A24

- Fronteira – Vila Verde da Raia
- Vila Verde da Raia – Zona Industrial de Chaves
- Zona Industrial de Chaves – Chaves
- Chaves – EN 103
- EN 103 – Vidago
- Vidago – Pedras Salgadas
- Pedras Salgadas – IP3/ IC 5
- IP3/IC 5 – Vila Pouca de Aguiar
- Vila Pouca de Aguiar – Fortunho
- Fortunho – Vila Real (IP4)
- Vila Real (IP4) – A 4
- A 4 – Constantim
- Constantim – Portela

- Portela – Peso da Régua
- Peso da Régua – Valdigem
- Valdigem – Lamego
- Lamego – Bigorne
- Bigorne – Castro Daire Norte
- Castro Daire Norte – Castro Daire Leste
- Castro Daire Leste – Carvalhal
- Carvalhal – Arcas
- Arcas – EN 2
- EN 2 – IP5

A25

- IP 5 Albergaria – Nó do IC 2
- Nó do IC 2 – Carvoeiro
- Carvoeiro -Talhadas
- Talhadas – Reigoso
- Reigoso – Cambarinho
- Cambarinho – Vouzela
- Vouzela – Vouzela nascente
- Vouzela Nascente – Ventosa
- Ventosa – Boa Aldeia (Poente)
- Boa Aldeia (Poente) – Boa Aldeia Nascente
- Boa Aldeia Nascente – Fail
- Fail – EN 231
- EN 231 – EN 2
- EN 2 – Caçador
- Caçador – Fagilde
- Fagilde – Mangualde
- Mangualde – Chãs de Tavares
- Chãs de Tavares – Fornos de Algodres
- Fornos de Algodres – EN 330 (Celorico)
- EN 330 (Celorico) – EN 17 (Celorico)
- EN 17 (Celorico) – Ratoeira Poente
- Ratoeira Poente – Ratoeira Nascente
- Ratoeira Nascente – Douro Interior (IP2/IP5)
- Douro Interior (IP2/IP5) – Guarda
- Guarda – Guarda (Pinhel)
- Guarda (Pinhel) – Pinzio
- Pinzio – Alto do Leomil
- Alto do Leomil – EN 332